DUP. INST. ENT.
— LIBRARY —
22 MAY 1947
SERIAL Em. 260
SEPARATE

LAD.

Zeitschrift

für

Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz

Herausgegeben

von

Professor Dr. Hans Blunck

Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn.

---

50. Band. Jahrgang 1940. Heft 5.

Bezugspreis: *RM* 40.— jährlich.
Es erscheinen jährlich 12 Hefte im Gesamtumfang von 40 Druckbogen (= 640 Seiten).

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart-S., Olgastraße 83.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Briefe, Manuskripte, Drucksachen usw.) sind zu richten an:
Professor Dr. H. Blunck, Bad Godesberg, Wendelstadtallee 4, Fernruf Bad Godesberg 23 38.

Inhaltsübersicht von Heft 5.

Originalabhandlungen.

Seite

Grütte, E., Rhizoctonia solani K. als Schädling der Kartoffelknolle. Mit 8 Abbildungen . . . . . 225—230

Mulder, E. G., Über den Kupfermangel als Ursache der Urbarmachungskrankheit. Mit 8 Abbildungen . . . . . 230—264

Berichte.

I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes.

Hegi, G. 264

Lüstner, Gustav 264

III. Viruskrankheiten.

Dörr, R. und Hallauer, C. . . . 265

Pfankuch, E. 266

Kausche, G. A., Pfankuch, E. und Ruska, H. 266

Lauffer, M. A. and Stanley, W. M. 267

Ruska, H., v. Borries, B. und Ruska, E. 267

Köhler, E. 268

Kausche, G. 268

Kaufmann, O. 269

V. Tiere als Schaderreger.

Kotthoff, P. 270

Krawtzow, M. 270

Frank, A. 270

Back, E. A. 271

Reinmuth, E. und Kirchner, H. A. 271

Steiner, P. 271

Efimow, W. F. 271

VIII. Pflanzenschutz.

Speyer, W. 271

Eßwein, A. und Schwartz, W. . 272

Mc Lean, R., Wolf, F. A., Darkis, F. R. and Gross, P. M. . 272

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart-S., Olgastraße 83.

Zwei neue Schriften

von **Dr. Robert Zander**, Berlin:

Die Kunst des Pflanzenbeschreibens.[1])

Eine Fachwörterkunde für Gärtner und Gartenfreunde. Mit 13 Abbild. Preis *RM* 2.—, ab 20 Stück 10 % Nachlaß.

Deutsch-Botanisches Wörterbuch.[2])

Hilfsbuch für die botanisch-gärtnerische Fachsprache. Preis *RM* 1.65, ab 20 Stück 10 % Nachlaß.

Soeben ist erschienen:

Verhütung und Heilung von Frostschäden und Verbißwunden bei Obstgehölzen.

Von Dr. W. Herbst und Obstbau-Oberlehrer Fr. Kruft, Geisenheim a. Rh.

Preis *RM* —.45, ab 20 Stück je *RM* —.40, ab 50 Stück je *RM* —.38, ab 100 Stück je *RM* —.35, ab 500 Stück je *RM* —.30.

Heft 2 der neuen Schriftenreihe „Kurz-Rezepte für den Gartenbau". Herausgeber: Prof. Dr. C. F. Rudloff, Geisenheim a. Rh. Prospekt über Heft 1—10 (weitere Hefte sind in Vorbereitung!) auf Wunsch kostenlos vom Verlag.

[1]) Heft 56, [2]) Heft 57 der Schriftenreihe „Grundlagen und Fortschritte im Garten- und Weinbau". Herausgeber: Prof. Dr. C. F. Rudloff, Geisenheim a. Rh. — Prospekt über die Hefte 1—59 (weitere in Vorbereitung!) auf Wunsch kostenlos vom Verlag.

ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz

50. Jahrgang. Mai 1940 Heft 5.

Originalabhandlungen.

Rhizoctonia solani K. als Schädling der Kartoffelknolle.

Von E. Grütte.

Mit 8 Abbildungen.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten, Landsberg/W.)

Der Wurzeltöter der Kartoffel (*Rhizoctonia solani* Kühn) ist seit der ersten Beschreibung durch Kühn (1858) oftmals Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen. Die Mannigfaltigkeit des Krankheitsbildes ist oft behandelt worden. Neue, bisher unbekannte Krankheitserscheinungen sind kaum noch zu erwarten. Dagegen sind die Unterlagen über das Auftreten des Pilzes noch recht lückenhaft. In den westeuropäischen Kartoffelbaugebieten ist dieser Schädling in der Praxis seit langem bekannt und wird dementsprechend beachtet. In den ostdeutschen Anbaugebieten schenkt man dem Wurzeltöter im allgemeinen weniger Aufmerksamkeit. Vor allem richtet sich das Interesse auf sein Auftreten als Auflaufkrankheit und auf seine Beteiligung an den Fußkrankheiten. Am bekanntesten ist die Dauerform des Pilzes, die Pockenbildung auf den Knollen. Kaum dagegen wird *Rhizoctonia* als Schädling der Knolle beachtet. Hieran mag einerseits schuld sein, daß er als solcher viel seltener auftritt denn als Stengelschädling. Zum anderen dürfte aber das Krankheitsbild auf der Knolle dem Praktiker kaum bekannt sein und mit anderen verwechselt werden. Eine ausführliche Arbeit über die durch *Rhizoctonia* verursachte Knollenfäule liegt aus U.S.A. von Ramsey (4) vor. Ferner berichten hierüber Morse und Shapovalow (2) und Wollenweber (5). In den Berichten der Kartoffelkulturstation wird *Rhizoctonia*-Knollenfäule häufiger erwähnt. K. O. Müller (3) versuchte, Knollenfäule durch künstliche Infektion zu erzeugen. Die Versuche verliefen negativ, was K. O. Müller (3) aber noch nicht als Beweis gegen die von Wollenweber (5) aufgestellte Behauptung ansieht, daß *Rhizoctonia solani* Knollenfäule verursachen könne.

Ein verhältnismäßig starkes Auftreten von *Rhizoctonia* als Knollenschädling auf dem Staatlichen Versuchsgut Oderbruch, Seelow/Mark, gab Veranlassung zu dieser Niederschrift. Auf einem schweren, tonigen Stück Land, das mehrere Jahre außer Kultur gewesen war — es hatte als Geflügelauslauf gedient —, wurde mit mehreren Kartoffelsorten bepflanzt. Die Bestände ließen keinerlei Fußkrankheiten erkennen. Bei der Ernte und besonders nach dem Waschen für die Stärkebestimmung trat aber auf vielen Knollen das typische Krankheitsbild zutage, wie es von Ramsey (4) und Wollenweber (5) für die *Rhizoctonia*-Fäule (*Dry core*) beschrieben wird (Abb. 1 und 7). In einer feuchten Kammer wuchs aus den Faulstellen, die sich nicht mehr im akuten Stadium befanden, *Rhizoctonia*-Myzel in üppigen Garben hervor.

Abb. 1. *Rhizoctonia*-Knollenfäule. Faulstelle mit Zentralkanal und Riß der Haut.

Abb. 2. *Rhizoctonia*-Knollenfäule. Faulstellen, deren totes Gewebe herausgefallen ist.

Die Identität des Krankheitsbildes mit den von Ramsey (4) beschriebenen Erscheinungen wurde als Beweis für die Verursachung der Fäule durch *Rhizoctonia* angesehen, zumal auch das Myzel dieses Schädlings in sämtlichen untersuchten Faulstellen vorhanden war. Zur Zeit der Feststellung waren weitere Beweismöglichkeiten nicht vorhanden, da die Faulstellen nicht mehr intakt waren und von vornherein mit der Anwesenheit von Saprophyten in den Faulstellen zu rechnen war. Demgemäß gelang die Anlage von Reinkulturen aus krankem Gewebe nicht. Sobald wieder junges Knollenmaterial mit denselben Erscheinungen vorliegt, werden die Angaben von Ramsey (4) geprüft werden. Bei der zur Zeit noch herrschenden systematischen Unsicherheit in der Gattung *Rhizoctonia* kann nicht gesagt werden, ob der Erreger der *Rhizoctonia*-Knollenfäule mit dem der *Rhizoctonia*-Fußkrankheiten identisch ist, da mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß Knollenfäule und

Fußkrankheit von verschiedenen Stämmen oder Unterarten des Pilzes *Rhizoctonia solani* verursacht werden. Zweifellos gehört der Erreger der *Rhizoctonia*-Knollenfäule aber zu *Rhizoctonia solani* im weiteren Sinne.

Die Infektion der Knolle erfolgt nach Ramsey (4) durch die Lentizellen. Die Knolle reagiert auf die Infektion durch Korkbildung. Die Korkbildung eilt hierbei dem Befall des Gewebes durch *Rhizoctonia*-Myzel voraus, sodaß jeweils 3—4 Zellschichten verkorkt sind, die vom Myzel noch nicht erreicht sind. Ramsey (4) glaubt zu diesem Schluß berechtigt zu sein, weil er in Schnitten niemals Myzel in solchen Schichten fand. Das früheste Krankheitsstadium, das Verfasser fand, waren flache Linsen von abgestorbenem Gewebe (Abb. 5), deren Durchmesser an der Knollenoberfläche im allgemeinen geringer war als der fortgeschrittenerer Stadien. Abb. 6 zeigt den Übergang zu dem häufigsten Befund, wie ihn Abb. 1 und 7 aufweisen. Durch den Einfluß von Trockenheit hat sich hier der Inhalt der Faulstelle derart zusammengezogen, daß ein zentraler Kanal entsteht. Häufig reißt außerdem die Knollenschale an der Faulstelle auf (Abb. 1). Die größten Faulstellen erreichten einen Durchmesser von etwa 7 mm an der Oberfläche und etwa 12 mm in der Tiefe. Lediglich dann, wenn mehrere Befallstellen sich berührten, wurden größere zusammenhängende Knollenteile zerstört (Abb. 2 und 8). Ramsey (4) erwähnt auch bereits, daß das tote Gewebe nach der Ernte herausfallen kann (Abb. 2, 3 und 4). Knollen, deren Faulstellen ihren Inhalt verloren haben, sehen besonders unansehnlich aus und geben Veranlassung, irrtümlich Tiefschorf oder Insektenfraß zu vermuten (Abb. 2). Abb. 4 zeigt eine Erscheinung, die auf Grund vergleichender Studien an den Krankheitsbildern ebenfalls auf *Rhizoctonia* zurückgeführt werden muß. Offenbar gelangte die Fäulnis zum Stillstand, bevor die Knolle ausgewachsen war. Das tote Gewebe wurde dann ab-

Abb. 3. *Rhizoctonia*-Knollenfäule. Längsschnitt durch eine Faulstelle, deren Inhalt herausgefallen ist.

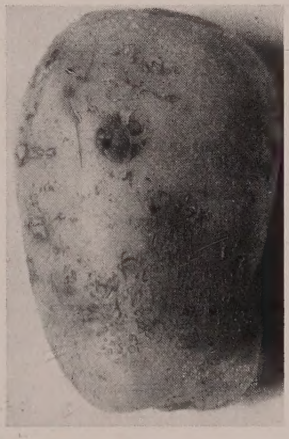

Abb. 4. *Rhizoctonia*-Knollenfäule. Ausgeheilte Faulstelle mit schollenartig stehen gebliebener Korkschicht.

gestoßen und das verbleibende Loch verflachte während des Wachstums der Knolle. Gleichzeitig zerriß die schützende Korkschicht und blieb in Schollen stehen. Ein exakter Beweis der Berechtigung dieser Vermutung dürfte aber schwerlich zu führen sein.

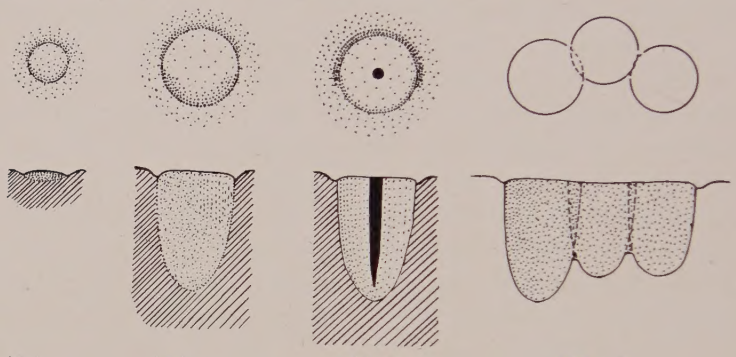

Abb. 5. Abb. 6. Abb. 7. Abb. 8.

Abb. 5—8. Schematische Darstellung der *Rhizoctonia*-Knollenfäule im Grundriß und im Längsschnitt. Abb. 5. Frühes Stadium der Knollenfäule. Abb. 6. Fortgeschrittenes Stadium der Knollenfäule. Abb. 7. Durch Eintrocknen des toten Gewebes hat sich ein Zentralkanal gebildet. Abb. 8. Mehrere Faulstellen haben sich zu einer vereinigt.

Die Bedingungen, unter denen die *Rhizoctonia*-Knollenfäule auftritt, sind nicht bekannt. Die Beobachtungen über ihr Auftreten auf verschiedenen Böden können aber vielleicht auf wesentliche Faktoren hinweisen (Tabelle 1).

Tabelle 1.

Auftreten von *Rhizoctonia*-Knollenfäule auf verschiedenen Böden 1938.

	frei %	schwach %	mittel %	stark %
Oderbruch (toniger Bruchboden) . . .	54.6	29.9	14.9	0.6
Reppen (Moorboden)	90	10	—	—
Damerau (lehmiger Sand)	86.1	13.9	—	—

Zur Auswertung gelangten an jeder Stelle etwa 200 Parzellen, von denen eine Durchschnittsprobe zur Bonitierung auf Knollenfäule entnommen wurde. Auf allen Böden ist *Rhizoctonia*-Myzel reichlich vorhanden gewesen. Wenn trotzdem nur auf tonigem Boden die Knollenfäule stärker auftrat, so liegt der Verdacht nahe, daß die bodenphysikalischen Verhältnisse entweder die Aktivität des Schädlings erhöht oder die Widerstandskraft der Kartoffel gemindert haben. Es muß aber auch noch mit anderen Faktoren gerechnet werden, wie Tabelle 2 zeigt.

Tabelle 2.

Auftreten von *Rhizoctonia*-Knollenfäule nach Umbruch und Winterung auf tonigem Boden im Oderbruch 1938.

	frei %	schwach %	mittel %	stark %
Umbruch	20.6	46.1	24,2	9.1
Winterung	54.6	29.9	14.9	0.6

Man stößt bei praktischen Landwirten des öfteren auf die Meinung, daß Umbruch und Gründüngung den *Rhizoctonia*-Befall erhöhen. Hiermit konnte gerechnet werden, nachdem K. O. Müller (3) nachgewiesen hat, daß der Humusgehalt des Bodens die Entwicklungsbedingungen des Pilzes begünstigt.

Wollenweber (5) spricht im Zusammenhang mit der Knollenfäule von besonders empfindsamen Kartoffelsorten. 23 nach Umbruch gebaute Sorten wiesen dementsprechend einen recht verschiedenen Befall durch *Rhizoctonia*-Fäule auf (Tabelle 3).

Tabelle 3.

Befall mehrerer Kartoffelsorten durch *Rhizoctonia*-Knollenfäule 1938.

Rangordnung	Befall[1]) Mittelwert	Sorten
1	1.4	Voran.
2	1.5	Aal.
3	1.9	Frühbote, Früheste Delikateß, Konsuragis, Ackersegen, Parnassia, Estimata.
4	2.0	Sickingen.
5	2.1	Pepo, Wekaragis.
6	2.25	Frühmölle, Regina, Stärkeragis.
7	2.3	Ostbote, Merkur, Fram.
8	2.5	Juli, Rosafolia.
9	2.6	Prisca.
10	2.8	Weltwunder.
11	3.0	krebsf. Kaiserkrone.
12	3.7	Roland I.

Naturgemäß kann eine derartige Liste keine endgültige Auskunft über die Anfälligkeit verschiedener Sorten gegenüber *Rhizoctonia*-Knollenfäule geben, denn es liegt nur eine einjährige Beobachtung zugrunde. Es wird aber bestätigt, daß Unterschiede in der Anfälligkeit

[1]) 1 = frei; 2 = schwach; 3 = mittel; 4 = stark.

vorhanden sind. Von Interesse ist hierbei, daß die gegen Schorf gering anfälligen Sorten Aal und Ackersegen auch hier als wenig anfällig in Erscheinung treten.

Schrifttum.

1. Braun, H.: Der Wurzeltöter der Kartoffel *Rhizoctonia solani* K. Monographien zum Pflanzenschutz 5. Teil, 1930.
2. Morse, W. I. a. Shapovalov, M.: The *Rhizoctonia* diseases of potatoes. — Maine Agr. Exp. Stat. Bull. 230, 1914.
3. Müller, K. O.: Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte und Biologie von *Hypochnus solani* P. u. D. (*Rhizoctonia solani* K.). — Arb. Biol. Reichsanstalt. **13**, 197—262, 1924.
4. Ramsey, G. B.: A form of potato disease produced by *Rhizoctonia*. — Journ. Agr. Res. **9**, 421—426, 1917.
5. Wollenweber, H. W.: Der Kartoffelschorf. — Arb. Forschungsinst. Kartoffelbau **6**, Heft 2, 1920.

Ueber den Kupfermangel als Ursache der Urbarmachungskrankheit.[1])

Von E. G. Mulder.

Mit 8 Abbildungen.

(Aus dem Laboratorium für Mikrobiologie der Landwirtschaftlichen Hochschule, Wageningen.)

1. Literaturübersicht.

Seitdem die Urbarmachungskrankheit im Jahre 1910 von Elema (10) zuerst beschrieben und benannt wurde, ist sie von manchen Autoren beobachtet worden. In Deutschland wurde sie unter dem Namen „Heidemoorkrankheit" eingehend von Rademacher (27) studiert, in Dänemark als „Gulspidssygen" von Jørgensen (19) und in Schweden als „Gulsspetssjukan" von Henning (14). Auch bei der auf nordamerikanischen Moorböden auftretenden Krankheit handelt es sich höchstwahrscheinlich um dieselben Erscheinungen (1). In letzterer Zeit ist die Krankheit in Australien unter dem Namen „Reclamation disease" von Riceman, Donald und Piper beschrieben worden (30).

Anfangs kannte man weder die Ursache der Krankheit noch das Heilmittel. Im Jahre 1922 fanden Hudig und Meyer (15), daß Kompost, angewandt in Mengen von 30—60 000 kg je Hektar, ein gutes Gegenmittel war. Einige Jahre später fanden dieselben Forscher (16), daß

[1]) In dem hier zum Abdruck kommenden Artikel werden die bislang nur in Form einer Dissertation veröffentlichten Ergebnisse des Verfassers in gekürzter Form und unter erweiterter Berücksichtigung des Schrifttums (vgl. das Referat auf S. 53—54 des lauf. Jg. dieser Zeitschrift) allgemein zugänglich gemacht.
Die Schriftleitung.

50—100 kg $CuSO_4$ je Hektar ebenfalls die Krankheit heilen konnten. Von Smith (36) ist gezeigt worden, daß geglühter Kompost dieselbe Wirkung hatte wie das frische Produkt. Dadurch war dargelegt worden, daß die heilende Wirkung des Kompostes einem anorganischen Bestandteil zugeschrieben werden muß, und die günstige Wirkung des Kupfersulfates hat es wahrscheinlich gemacht, daß man es hier mit dem im Kompost vorhandenen Kupfer zu tun hat. Sjollema (35) fand in zwei verschiedenen Kompostproben einen Kupfergehalt von 200 bzw. 400 mg Kupfer je Kilogramm feuchter Probe. Eine Düngung mit 40 000 kg Kompost bringt also nach diesen Zahlen 8—16 kg Kupfer, entsprechend 32—64 kg Kupfersulfat, in den Boden, also eine Menge, die fast immer genügt, um dem Auftreten der Krankheit vorzubeugen.

Von Smith ist die Heidemoorkrankheit einem organischen Stoffe zugeschrieben worden, der in den kranken Böden vorkäme und eine Giftwirkung auf das Pflanzenwachstum ausüben sollte. Dieser Stoff, der mittels Alkoholextraktion aus sog. „Gliede“[1]) hergestellt wurde und den Namen „Gliedine“ erhielt, sollte von den Kupferionen präzipitiert und so für das Pflanzenwachstum unschädlich gemacht werden. Daß es sich bei dieser Krankheit tatsächlich um eine Vergiftung der Pflanzen handelt, ist von Smith jedoch nicht bewiesen worden. So hat er z. B. nicht untersucht, ob die Krankheitserscheinungen, die er in Quarzsandkulturen nach Zusatz seiner organischen Stoffe erhalten konnte, mit Kupfersulfat zu heilen waren. Ich möchte jedoch schon an dieser Stelle auf Ergebnisse hinweisen, die von weiland T. Kuipers im hiesigen Laboratorium und später auch von mir erhalten worden sind. Es wurden hierbei auf die von Smith beschriebene Weise eine Gliede, ein kranker und ein gesunder Sandboden mit Äthylalkohol extrahiert. Nach Abdampfen des Alkohols und Destillation der zurückbleibenden wässerigen Lösung wurden jedoch die von Smith beschriebenen Gliedinekristalle nicht erhalten. Große Mengen der Extrakte und Destillate, den Wasser- und Sandkulturen mit Gerste bzw. Hafer zugesetzt, übten zwar einen schädlichen Einfluß auf das Pflanzenwachstum aus, jedoch waren die Krankheitserscheinungen mit denen der Urbarmachungskrankheit nicht identisch und konnten auch durch Zusatz von Kupfersulfat nicht geheilt werden.

Tacke und Mitarbeiter (39) haben ebenfalls mit negativem Erfolg versucht, die von Smith beschriebenen Gliedinekristalle zu erhalten. Es gelang ihnen sogar nicht, in Wesersand, nach Zusatz der von Smith erhaltenen Gliede, die Urbarmachungskrankheit hervorzurufen. Da es auch in Gefäßversuchen mit krankem Boden nicht gelang, so muß man die negativen Erfolge ihrer Versuche vielleicht dem Verwenden kupferhaltigen Wassers oder Sandes zuschreiben, weiter

[1]) Schwarzhumus aus Heidetümpeln.

aber auch der Verwendung des wenig empfindlichen Schwarzhafers statt des sehr empfindlichen Weißhafers als Versuchspflanze.

Nach Brüne (7), Husemann (18) sowie Arnd und Segeberg (3) spielt schlechte Wasserversorgung der Pflanzen eine Hauptrolle beim Auftreten der Urbarmachungskrankheit. Wenngleich die Wasserversorgung von Bedeutung ist, so muß ich im Einklang mit Rademacher (29) darauf hinweisen, daß man in Gefäßversuchen bei der Verwendung schwerkranker Böden auch bei reichlichem Wasserzusatz schwere Krankheitserscheinungen erzielen kann.

Auch auf den Everglades-Moorböden in Florida hat man versucht, die günstige Kupferwirkung zu erklären. Aus seinen Versuchen meint Bryan (8) schließen zu können, daß es sich um eine Nährstoffwirkung handelt. Die Kupfermangeltheorie gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch die Untersuchungen von Sommer (37) und Lipman und Mackinney (20). Diese Forscher zeigten nämlich zum ersten Male, daß die höheren Pflanzen zu ihrem Wachstum kleine Kupfermengen nötig haben. Aus der Beschreibung der Kupfermangelerscheinungen ist jedoch nicht zu schließen, ob sie mit den Erscheinungen der Urbarmachungskrankheit identisch sind. Es war Brandenburg (6), der zum ersten Mal darauf hinwies, daß die bei Hafer in Wasserkulturen erzeugten Kupfermangelerscheinungen den Symptomen der Heidemoorkrankheit sehr ähnlich waren. Im Gegensatz zu seinen früheren Ansichten, daß Pilze die Krankheit hervorrufen (5), schreibt Brandenburg sie jetzt einer mangelhaften Kupferversorgung der Pflanzen zu. Aus den von Sjollema (35) und Rademacher (28) durchgeführten Analysen geht hervor, daß heidemoorkranke Pflanzen einen niedrigeren Kupfergehalt aufweisen als gesunde.

Van Schreven (34) erzielte Kupfermangelsymptome in Wasserkulturen nicht nur bei Hafer, sondern auch bei Zuckerrüben.

Arnd und Hoffmann (2) konnten in Wasserkulturversuchen Kupfermangelerscheinungen erzeugen, jedoch gelang es ihnen nicht in mit Salzsäure behandeltem Quarzsand. Auch ergaben ihre Versuche keinen guten Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Urbarmachungskrankheit und dem Gehalt an löslichem Kupfer einer Reihe Sand- und Moorböden.

Nach den Untersuchungen von Haas und Quale (13) und von Oserkowsky und Thomas (24) handelt es sich bei der in Kalifornien als „Exanthema“ bekannten Obstbaumkrankheit wahrscheinlich ebenfalls um Folgen von Kupfermangel.

In den vorliegenden Untersuchungen sind die Kupfermangelerscheinungen bei mehreren Pflanzenarten in Wasser- und Quarzsandkulturen verglichen mit den Urbarmachungskrankheitssymptomen derselben Pflanzen. Dann ist von einer Reihe kranker und gesunder Böden

mittels einer modifizierten Methode nach Neubauer und einer mikrobiologischen Methode das lösliche Bodenkupfer bestimmt worden, während gleichzeitig der Kupfergehalt kranker und gesunder Getreidepflanzen ermittelt wurde. Darauf habe ich mich damit beschäftigt, die Ursachen des Kupfermangels auf kranken Böden zu erschließen. Zuletzt sind dann noch einige Erscheinungen beschrieben worden, welche mit der Kupferversorgung der Pflanzen in Verbindung stehen.

2. Versuche mit Wasserkulturen.

a) Ausführung der Versuche.

Das Wasser dieser Versuche war zweimal destilliert worden in Apparaten aus Jena-Glas; die Salze, pro analysi Präparate von Kahlbaum und Merck, waren zweimal umkristallisiert aus kupferfreiem Wasser. Die zur Verwendung kommende Nährlösung hatte nach Brandenburg (6) die folgende Zusammensetzung:

KNO_3	0.5	g
NH_4NO_3	0.2	„
KCl	0.36	„
$MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$	0.5	„
$Ca_3(PO_4)_2$	0.5	„
$Fe_2(NH_4)_2(SO_4)_4 \cdot 24\,H_2O$	0.175	„
H_3BO_3	0.5	mg
$MnSO_4 \cdot 4\,H_2O$	1—2	„
$ZnSO_4 \cdot 7\,H_2O$	0.5	„

Trikalziumphosphat wurde aus Na_2HPO_4 und $CaCl_2$ hergestellt, beide ebenfalls zweimal umkristallisiert. In den ersten Versuchen wurden auch noch kleine Mengen $Al_2(SO_4)_3$ und K_2SiO_3 hinzugefügt. Da aber ein Erfolg dieser Salze ausblieb, sind in späteren Versuchen die Stoffe nicht mehr zugesetzt. Erneuerung der Nährlösung erfolgte in den ersten Versuchen alle vier, später alle sechs Wochen. Als Kulturgefäße kamen Bechergläser von 1 l Inhalt aus Pyrex-Glas, Weckgläser, ebenfalls von 1 l, und Glasgefäße von 2,4 l zur Verwendung. Zur Beseitigung etwaiger Kupferspuren behandelte ich die Glasgefäße zunächst mit heißer, 15%iger Salzsäure, dann mit heißer, 15%iger Salpetersäure und wusch zuletzt mit glasdestilliertem Wasser säurefrei.

Die Deckel der Wasserkulturen, in welchen sich je vier Pflanzen befanden, wurden zuerst aus Paraffin, später aus paraffiniertem Gips hergestellt.

Eine andere Methode zur Herstellung kupferfreier Nährlösungen besteht in Behandlung derselben mit Aktivkohle nach Zusatz einer Spur NH_4SH-Lösung. Zu je 10 l Nährlösung wird 1 ccm einer NH_4SH-Lösung und dann 12,5 g Tierkohle (*carbo ossium*, *pro analysi* Kahlbaum)

hinzugefügt. Dann schüttelt man während 5 Minuten und entfernt die Kohle auf der Nutsche. $Ca_3(PO_4)_2$ stellt man sich her aus Na_2HPO_4- und $CaCl_2$-Lösungen, welche ebenfalls mit Kohle behandelt worden sind. Die Spurenelemente: Mn, B und Zn setzt man, mit Rücksicht auf etwaige Adsorptionsverluste, nach beendeter Filtration hinzu.

b) Versuche mit Getreidepflanzen.

Diese Versuchsreihe umfaßte: Sommergerste (Goldgerste), Sommerweizen (van Hoek), Weißhafer (Svalöfs Siegeshafer) und Petkuser

Abb. 1. Hafer in Wasserkultur; rechts ohne, links mit 0,15 mg Kupfer.

Sommerroggen. Das Kupfersulfat war in folgenden Mengen zugesetzt worden: 0, 2, 10, 50 und 400 γ Cu je Gefäß. Es handelt sich bei diesen Zahlen um die totale Menge hinzugefügten Kupfers. Der Zusatz desselben erfolgte zu Anfang des Versuches, ausgenommen die größte Menge, welche, der Beschädigung wegen, im Laufe mehrerer Wochen zugegeben wurde. Die Nährsalze dieser Reihen waren, ausgenommen diejenige der Spurenelemente, zweimal aus kupferfreiem Wasser umkristallisiert.

Kupfermangelsymptome zeigten sich, als die Pflanzen 2½ Wochen alt waren, zuerst bei Gerste, einige Tage später bei Hafer, Weizen und Roggen. Die Pflanzen blieben im Wuchs zurück. Die jüngsten Blätter entfalteten sich nicht, sondern blieben um die Längsachse herum aufgerollt. Sie erhielten dadurch ein grasähnliches Aussehen. Wenige Tage später bekamen diese gerollten Blätter gelbe Spitzen und fingen an zu verdorren. Inzwischen waren an den obersten, ausgewachsenen Blättern zuerst schlaffe, später verdorrte, nadelähnlich geschrumpfte Spitzen erschienen, welche bei der Gerste und beim Roggen eine gelb-

Abb. 2. Gerste in Wasserkultur mit, von rechts nach links, 0, 2, 10 und 400 γ Kupfer.

weiße, beim Weizen eine graubraune und beim Hafer eine weiße Farbe zeigten. Wie aus den Abbildungen 1 und 2 zu ersehen ist, kam es bei den Mangelkulturen nicht zur Ausbildung von Ähren und Rispen. Es bildeten sich, besonders beim Hafer, zahlreiche neue Seitenhalme aus, die aber schon bald wieder dieselben Erscheinungen zeigten. Ein Zusatz von 2 γ Cu ergab bei Weizen, Hafer und Gerste nur einen geringen Mehrertrag, beim Roggen kam es jedoch zur Ährenbildung, sei es auch

ohne Ausbildung von Körnern. In den Gefäßen mit 10 γ Cu wuchsen die Pflanzen bis zum Herauskommen der Ähren normal, letztere kamen aber, wie Abbildung 2 zeigt, nicht hervor. Nur der Roggen bildete bei dieser Konzentration normale Ähren mit Körnern aus. Die anderen Getreidearten brauchten hierzu, wie aus Tabelle 1 hervorgeht, 50 γ. Die größte Menge, 400 γ, ergab nur beim Weizen noch einen geringen Mehrertrag. Beim Roggen veranlaßte dagegen ein Zusatz von 50 γ Cu schon eine Schädigung.

Tabelle 1. Trockensubstanzerträge von Gerste, Weizen, Hafer und Roggen in Wasserkulturen mit steigenden Kupfermengen.

Pflanzenart	Kupferzusatz in γ	Kornertrag [1]) in g	Strohertrag [1]) in g
Gerste	0	0	0,79
„	2	0	2,49
„	10	0	5,08
„	50	1,87	7,18
„	400	1,91	7,05
Weizen	0	0	0,67
„	2	0	3,28
„	10	0	7,11
„	50	1,68	9,78
„	400	2,81	10,22
Hafer	0	0	0,58
„	2	0	3,00
„	10	0	11,24
„	50	5,57	11,35
„	400	4,90	11,79
Roggen	0	0	0,89
„	2	0	4,13
„	10	0,62	7,74
„	50	0,20	5,03

Aus diesem Versuch ist zu ersehen, daß der Roggen einen niedrigeren Kupferbedarf hat als die anderen Getreidearten.

Außer bei den obenerwähnten Sommergetreidearten konnten auch bei Winterweizen und Winterroggen Kupfermangelerscheinungen erhalten werden. Da die Symptome identisch waren mit denjenigen des Sommergetreides, wurden die Versuche nicht zu Ende geführt.

In einem Versuch mit Sommerweizen konnte gezeigt werden, daß auch die Behandlung mit Aktivkohle die Nährlösung weitgehend von Kupfer befreite.

[1]) Mittelerträge aus je zwei Gefäßen.

c) Versuche mit Kartoffeln und Erbsen.

Die Kartoffelpflanzen stammten von den Ausläufern vorgekeimter Knollen. Die ersten Kupfermangelerscheinungen zeigten sich bei ungefähr sechs Wochen alten Pflanzen. Das Längenwachstum ließ nach und die jüngsten Blättchen waren nach oben gefaltet (Abb. 3). Die Blattfarbe war ohne Kupfer dunkler grün als mit Zugabe von 20 γ Cu je Gefäß. Auch beim abgestorbenen Kraut zeigte sich die hellere Farbe der mit Kupfer versorgten Pflanzen. Beim Reifen kam weiter die bessere Knollenbildung in den Gefäßen mit Kupferzusatz zum Vorschein.

Abb. 3. Kartoffeln in Wasserkultur; rechts ohne, links mit 20 γ Kupfer.

Erbsen zeigten ebenfalls ohne Kupfer geringeres Längenwachstum als mit Zugabe desselben. Wie bei den Kartoffeln war auch hier die Blattfarbe ohne Kupfer dunkler grün. Wenn die Pflanzen etwa 6 Wochen alt waren, zeigten die jüngsten Blätter eine blaßgelbe Farbe, wurden dann schlaff und verdorrten. In den Achseln dieser Blätter bildeten sich zuweilen wieder neue Sprößlinge, die neugebildeten Blätter zeigten aber eine anormale hellgrüne Farbe. Die Blüten der kranken Pflanzen welkten meist, bevor sie zu völliger Entwicklung gekommen waren. Samen wurden, wie beim Getreide, ohne Kupfer nicht ausgebildet. Wie sich aus Abb. 4 und Tabelle 2 ergibt, genügte eine einmalige Zugabe von 20 γ Cu völlig, um normale Pflanzen zu erzeugen.

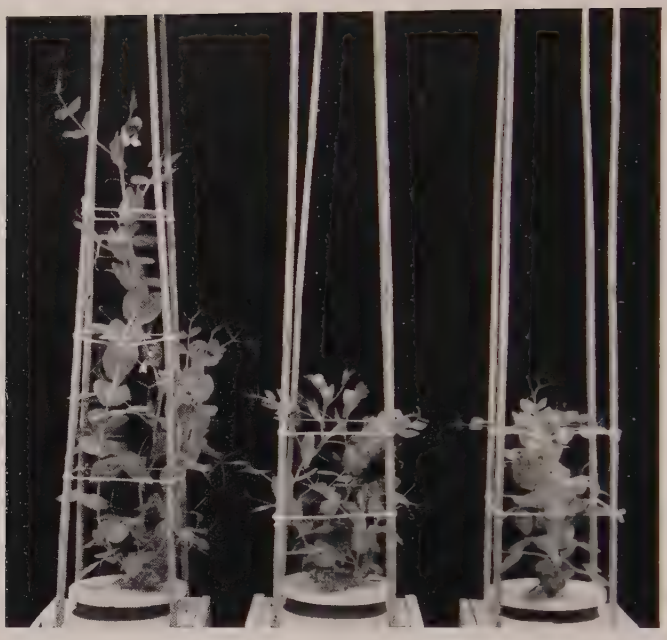

Abb. 4. Erbsen in Wasserkultur; rechts und Mitte ohne, links mit 20 γ Kupfer.

Tabelle 2. Erbsen und Kartoffeln in Wasserkulturen ohne und mit Zusatz von 20 γ Cu je Gefäß.

Pflanzenart	Kupfer in γ	Kornertrag in g	Stroh-(Kraut-) ertrag in g	Knollenertrag in g[1])
Erbsen	0	0	4,14	
„	20	3,92	8,42	
Kartoffeln . . .	0	—	4,86	8,67
„ . . .	20	—	3,20	33,92

3. Versuche mit Quarzsand.

a) Ausführung der Versuche.

Es kam bei diesen Versuchen Quarzsand der Glasfabrik Leerdam zur Verwendung. Der Sand wurde folgendermaßen von den Kupferverunreinigungen befreit: Zunächst wurde er während ungefähr 5 Stunden in gußeisernen Gefäßen geglüht zur Entfernung des organischen Stoffes. Dann wurde während 5 Stunden mit 15 %iger Salzsäure in einer Porzellanschale auf einem Wasserbad erhitzt. Darauf entfernte ich auf einer großen Nutsche mit Leitungswasser den größten Teil der Salzsäure. Es wurde jedoch darauf geachtet, daß das Filtrat noch sauer reagierte, um der Adsorption des Leitungswasserkupfers an den

[1]) Frischgewicht.

Sand vorzubeugen. Dann erwärmte ich während 5 Stunden mit 15 %-iger Salpetersäure auf dem Wasserbad, worauf der Sand auf der Nutsche mit aus Glas destilliertem Wasser säurefrei gewaschen wurde.

Für die Sandversuche benutzte ich 1 und 2,4 l fassende Glasgefäße, welche mit 1500 bzw. 2500 g Sand gefüllt wurden. Zu je 1000 g Sand wurde die folgende Nährlösung zugesetzt:

150	ccm	destilliertes Wasser
160	mg	$Ca(H_2PO_4)_2$
160	„	KCl
332	„	NH_4NO_3
86	„	$MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$
1000	„	$CaCO_3$
0,5	„	$ZnSO_4 \cdot 7\,H_2O$
0,5	„	H_3BO_3
20	„	$FeCl_3 \cdot 6\,H_2O$
2,5	„	$MnSO_4 \cdot 4\,H_2O$.

Als Versuchspflanzen verwendete ich Sommerweizen, Weißhafer und Schwarzhafer (Orion).

Abb. 5. 1 = Quarzsand + 200 γ Kupfer; 2 = Kranker Boden + 12,5 mg Kupfer; 3 = Quarzsand ohne Kupfer; 4 = Kranker Boden.

b) Besprechung der Ergebnisse.

Da die in diesem Versuche zugesetzten Nährsalze von mir nicht umkristallisiert worden sind, braucht es nicht zu wundern, daß die Kupfermangelerscheinungen etwas später in Erscheinung traten als in den Wasserkulturen. Sowohl Hafer wie Weizen bildeten noch Rispen bzw. Ähren aus, welche jedoch fast ganz taub blieben. Wie in den Wasserkulturen bildeten sich besonders beim Hafer viele Seitenhalme aus, so daß zur Zeit des Reifens der mit Kupfer versorgten Pflanzen die Mangelpflanzen noch viele grüne Halme zeigten (Abb. 5). Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, hat das Kupfer besonders den Kornertrag sehr stark erhöht, während der Strohertrag, wenigstens beim Hafer, eine Erniedrigung erfahren hat. Die Ursache ist darin zu suchen, daß die gesunden Pflanzen viel weniger Seitenhalme ausbilden als die mit Kupfermangel. Weiter zeigt diese Tabelle, daß beim Weizen 0,5 mg Kupfer einen höheren Kornertrag ausgelöst hat als 2 mg.

Tabelle 3. Wirkung von Kupfersulfat auf das Wachstum von Hafer und Weizen in gereinigtem Quarzsand.

Pflanzenart	Gefäß[1])	Kupferzusatz in γ	Kornertrag in g	Strohertrag in g
Weizen	klein	0	0,11	13,35
„	„	200	8,90	15,20
„	groß	0	1,36	13,30
„	„	500	7,89	14,72
„	„	2000	6,22	14,65
Weißhafer . . .	klein	0	0	11,84
„ . . .	„	200	7,82	8,27
„ . . .	groß	0	3,79	16,05
„ . . .	„	500	10,01	11,42
Schwarzhafer .	„	0	0,68	16,97
„ . .	„	500	4,50	12,47

4. Versuche mit Böden, auf welchen die Pflanzen die Urbarmachungskrankheit zeigen.

a) Ausführung der Versuche.

Zu diesen Versuchen verwendete ich einen sehr kranken, humosen Sandboden aus Marum, einen wenig kranken moorkolonialen Boden, einen wenig kranken Sandboden aus Heino, einen Bleichsand und eine „Gliede“ (s. S. 23). Es kamen Glasgefäße zur Verwendung, welche 2 bzw. ½ kg Boden enthielten. Zu je 2 kg Boden wurde die folgende Düngung zugesetzt: 320 mg $Ca(H_2PO_4)_2$, 320 mg KCl, 1000 mg NH_4NO_3

[1]) Die kleinen Gefäße enthielten 1500 g Sand, die großen 2500 g.

und 250 mg $MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$. Ein Teil der Gefäße erhielt außerdem je 2 kg Boden 5 g $CaCO_3$ bzw. 50, 100 oder 200 mg $CuSO_4$. Als Versuchspflanzen wurden Gerste, Hafer, Weizen und Kanariensamen (*Phalaris canariensis*) verwendet.

b) Besprechung der Ergebnisse.

In den Gefäßen mit sehr krankem Boden aus Marum zeigten sich die Krankheitserscheinungen bei Gerste, Weizen und Kanariensamen schon vier Wochen nach dem Aufgehen der Pflanzen, während sie beim Hafer einige Tage später sichtbar wurden[1]). Die Symptome waren mit denen des Kupfermangels vollkommen identisch (Abb. 6).

Abb. 6. Hafer in krankem Boden; rechts und Mitte ohne, links mit 6,25 mg Kupfer.

Die in „Gliede" und Bleichsand wachsenden Pflanzen zeigten ohne Kupferzusatz ebenfalls in sehr starkem Maße die Krankheitssymptome. Ein Zusatz von Kupfersulfat ergab, wie auch aus Tabelle 4 hervorgeht, gesunde Pflanzen.

In den beiden anderen Böden entwickelten sich die Pflanzen, wie auf dem Feld, anfangs normal. Erst beim Herauskommen der Ähren

[1]) Diese Erscheinungen, sowie die des Kupfermangels, zeigten sich sowohl bei den im Gewächshaus wie bei den im Freien verbleibenden Pflanzen.

traten Krankheitserscheinungen auf. Die bekannten Symptome: weiße Spitzen an den höchsten Blättern und schlechte Ährenausbildung, zeigten sich aber nur beim Kanariensamen. Beim Weizen fielen besonders die schlaffen Blätter auf (Abb. 7). Die Ähren dieser Pflanzen kamen etwas später heraus, während die obersten Halmglieder kürzer blieben als mit einem Kupferzusatz. Sehr deutliche Unterschiede zeigten sich auch beim Abreifen des Weizens. Die Pflanzen mit Kupferzusatz waren einige Tage früher abgereift und die Strohfarbe war viel heller als bei den Pflanzen ohne Kupfer, wo sie auch graubraun spielte. Ein typisches

Abb. 7. Weizen in wenig krankem Boden, rechts ohne, links mit einem Zusatz von Kupfersulfat.

Symptom war auch das Biegen, zuweilen sogar Knicken, der Halme. Diese Erscheinungen, welche beim Weizenanbau auf Sand- und Moorböden, auch wenn sie schon mehrere Jahrhunderte in Kultur sind, öfters auftreten, waren mit denen des leichten Kupfermangels der Wasser- und Quarzsandkulturen identisch.

Der Hafer zeigte in diesen Böden die Krankheitserscheinungen einige Wochen vor dem Abreifen. Obwohl die Pflanzen auch ohne Kupfer normale Rispen ausgebildet hatten, war die Kornausbildung sehr schlecht.

Es gingen neue Schößlinge auf, so daß, wenn die Pflanzen mit Kupfer schon abgestorben waren, diejenigen ohne Kupfer noch viele grüne Halme zeigten. Tabelle 4 enthält die Korn- und Stroherträge der Versuche.

Tabelle 4. Wirkung von $CuSO_4$ auf den Ertrag von Weizen, Hafer und Kanariensamen in kranken Böden.

Pflanze	Boden	Zusatz von $CuSO_4$	Kornertrag in g	Strohertrag in g
Sommerweizen . .	Sandboden aus Marum	—	0	1,05
„ . .	„ „ „	100 mg	9,54	14,47
Weißhafer	„ „ „	—	0	5,71
„	„ „ „	100 mg	9,87	11,13
Kanariensamen . .	„ „ „	—	0	1,68
„ . .	„ „ „	100 mg	5,55	13,15
Sommerweizen . .	Gliede + 15 g $CaCO_3$	—	0	1,43
„ . .	„ + 15 g „	100 mg	7,08	10,51
Weißhafer	„ + 15 g „	—	0	11,37
„	„ + 15 g „	200 mg	4,05	15,78
Kanariensamen . .	„ + 15 g „	—	0	1,21
„ . .	„ + 15 g „	200 mg	3,86	8,40
Sommerweizen . .	Bleichsand	—	0	1,89
„ . .	„	50 mg	7,30	9,55
Weißhafer	„	—	0	12,12
„	„	50 mg	10,33	11,70
Kanariensamen . .	„	—	0	1,40
„ . .	„	50 mg	5,14	10,31
Winterweizen . . .	Moorkolon. Boden	—	10,33	20,84
„ . . .	„ „	100 mg	16,58	25,70
Weißhafer	„ „	—	7,44	18,78
„	„ „	100 mg	12,50	12,21
Kanariensamen . .	„ „	—	0,31	15,62
„ . .	„ „	100 mg	6,07	10,98
Weißhafer	Sandboden aus Heino	—	6,87	14,48
„	„ „ „	100 mg	11,99	12,30
Kanariensamen . .	„ „ „	—	0	8,43
„ . .	„ „ „	100 mg	6,77	15,45

Aus diesen Zahlen geht besonders die große Empfindlichkeit des Kanariensamens gegen die Urbarmachungskrankheit hervor.

c) Versuche mit einer größeren Reihe Pflanzenarten auf schwer krankem Boden aus Marum.

Als Versuchspflanzen verwendete ich Sommergerste (Goldgerste), Sommerweizen (van Hoek), Weißhafer (Svalöfs Sieges), Schwarzhafer (Orion), Kanariensamen (Spanischer), Sommerroggen (Petkuser), Erbsen (Unica) und Kartoffeln (Eigenheimer). Es ergab sich, daß die erst-

genannten fünf Getreidearten sehr empfindlich gegen die Krankheit waren, der Roggen dagegen lieferte auch ohne Kupferzusatz gesunde Pflanzen. Die geringe Empfindlichkeit des Roggens ist auch in der Literatur öfters erwähnt worden, so von Rademacher (27). Dieser Autor (26) weist auch darauf hin, daß von den Schwarzhafern die schwedischen Sorten, wie u. a. Orion, viel anfälliger sind als die Moorhafer.

Auch bei den Kartoffeln konnte mit Kupfersulfat kein besseres Wachstum erzielt werden (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5. Wirkung von Kupfersulfat auf verschiedene, in krankem Boden wachsende Pflanzen.

Pflanze	Ohne Kupferzusatz		100 mg $CuSO_4$ je Gefäß	
	Kornertrag in g	Strohertrag in g	Kornertrag in g	Strohertrag in g
Sommerweizen	0	0,75	7,66	17,28
Sommergerste	0	4,37	15,32	11,78
Weißhafer	0	9,49	12,90	12,75
Schwarzhafer	0	8,26	10,43	13,09
Sommerroggen	10,71	13,28	9,73	13,53
Kanariensamen	0	5,25	5,22	17,34
Erbsen	0,31	9,49	7,78	6,85
Kartoffeln	65,80[1])	2,75	69,75[1])	2,38

Bei den Erbsen entsprachen die Krankheitssymptome den von Smith beschriebenen: gehemmtes Wachstum, Absterben eines Teiles der Blätter und Ausbleiben der Samenbildung, trotzdem sich Hülsen ausgebildet haben. Die Krankheitserscheinungen waren weniger schwer als in den Wasserkulturen ohne Kupfer. Die Entwicklungsunterschiede waren im letzten Fall erheblich größer. Zur Hülsenbildung kam es garnicht. Im übrigen waren die Symptome einander jedoch sehr ähnlich.

5. Vergleich der Kupfermangel- und Urbarmachungskrankheitserscheinungen.

Es hat sich also eine weitgehende Ähnlichkeit zwischen den Symptomen der Urbarmachungskrankheit und denen des Kupfermangels ergeben. Nicht nur trifft das zu für die schweren Krankheitsfälle, sondern auch für die leichteren, bei denen die weißen Blattspitzen fehlen. Wenn man die Kupfergabe in Wasser- und Quarzsandkulturen allmählich von 0 bis 50 γ Cu steigen läßt, so kann man alle Krankheitsgrade erhalten, welche in natürlichen Böden auftreten. Weiter ergibt sich,

[1]) Knollenertrag (Frischsubstanz).

daß Pflanzen, welche wenig empfindlich gegen die Krankheit sind, wie Roggen und Kartoffeln, ein viel geringeres Kupferbedürfnis haben als die sehr empfindlichen Pflanzen, wie Weizen, Kanariensamen, Hafer usw. Es brauchen jedoch Kupferbedürfnis und Empfindlichkeit gegen die Urbarmachungskrankheit nicht genau zu korrespondieren, denn es zeigt sich, daß man außer dem Kupferbedürfnis auch dem Aneignungsvermögen für Bodenkupfer Rechnung zu tragen hat. Die obenerwähnten Versuche machen wahrscheinlich, daß Roggen und Kartoffeln außer einem niedrigeren Kupferbedürfnis als Weizen, Hafer usw. auch ein besseres Ausnutzungsvermögen für das schwerlösliche Bodenkupfer haben. Sowohl Roggen wie Kartoffeln haben nämlich in dem kranken Boden erheblich mehr Trockensubstanz ausgebildet als in den kupferfreien Nährlösungen, während die anderen Getreidearten in demselben Boden fast nicht mehr produziert haben als in den entsprechenden Wasserkulturen (Tabellen 1, 2 und 5). Rademacher (28), der sich ausführlich mit der Empfindlichkeit verschiedener Hafersorten gegen die Heidemoorkrankheit beschäftigt hat, kommt hierbei zu dem Schluß, daß es sich nur um ein verschiedenes Aneignungsvermögen für das Bodenkupfer handelt und nicht um einen verschiedenen Kupferbedarf. Ein solcher läßt sich aber nur in Wasser- und Quarzsandversuchen mit steigendem Kupferzusatz feststellen und nicht nach Rademacher derart, daß man die betreffenden Hafersorten auf „gesunden" Böden kultiviert und dann aus dem niedrigeren Kupfergehalt der empfindlichen Sorten schließt, daß ein höherer Kupferbedarf bei diesen Sorten nicht vorliegt. Denn es läßt sich erwarten, daß die widerstandsfähigeren Pflanzen auch auf „gesunden" Böden unabhängig von ihrem Kupferbedarf und nur zufolge ihres besseren Aneignungsvermögens einen höheren Kupfergehalt zeigen. Ich kann in dieser Hinsicht auf eigene Versuche hinweisen, in welchen der sehr empfindliche Weißhafer auf gesunden Böden einen erheblich niedrigeren Kupfergehalt aufwies als der widerstandsfähige Roggen. Wie jedoch oben erwähnt wurde, handelt es sich neben einem besseren Aneignungsvermögen des Roggens auch noch um einen niedrigeren Kupferbedarf dieser Pflanze.

Wenn man die für die Erzeugung normaler Pflanzen in Wasserkulturen und in kranken Böden benötigten Kupfermengen vergleicht, so fällt auf, daß sie für die Wasser- und Quarzsandkulturen viel geringer sind als für die kranken Böden. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, genügen in den Wasserkulturen 50 γ Cu um 4 gesunde Pflanzen zur Reife zu bringen, während für die sehr kranken Böden 25 mg $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$, d. h. 6 mg Cu auf 1 kg Boden, kaum genügen. Auch in Feldversuchen findet man bisweilen, z. B. bei sehr humusreichen Böden, daß 100 kg $CuSO_4$ je Hektar, d. h. etwa 50 mg je Kilogramm Boden, nötig sind, um die Krankheit ganz zu beseitigen.

Zur Beantwortung der Frage, ob die Pflanzen in krankem Boden mehr Kupfer brauchen als in Wasser- und Quarzsandkulturen, wurden Hafer und Gerste derart kultiviert, daß ein Teil der Wurzeln in sehr krankem Boden wuchs und der andere Teil in Quarzsand, zu welchem kleine Kupfermengen zugesetzt waren. Es wurden zu diesen Versuchen Neubauer-Gefäße benutzt, welche von einer vertikalen Glasplatte in zwei Hälften geteilt waren. Hatte man das Kupfersulfat mit dem kranken Boden gemischt, so war die größte angewandte Menge, nämlich 400 γ Cu, noch nicht imstande, völlig gesunde Pflanzen zu erzeugen. War das Kupfer aber in die Quarzsandhälfte gegeben, so genügten schon 20 γ Cu, um gesunde Pflanzen zu liefern.

In einem zweiten ähnlichen Versuch wurde das Kupfer nicht dem Quarzsand, sondern einer wässerigen Lösung zugesetzt. Das Resultat war dasselbe wie im vorigen Versuch. Aus diesen Ergebnissen muß man den Schluß ziehen, daß die in krankem Boden wachsenden Pflanzen mit denselben kleinen Kupfermengen auskommen können wie in den Wasserkulturen, vorausgesetzt, daß ihnen diese Menge in leicht assimilierbarer Form zugeführt wird. Daß sie beim Wachstum in kranken Böden viel mehr Kupfer brauchen, kann man nur auf eine Festlegung des Kupfers an die Bodenbestandteile zurückführen, so daß die Pflanzenwurzeln nicht darüber verfügen können.

Wenn auch aus vorstehenden Versuchen mit Wahrscheinlichkeit hervorgeht, daß Urbarmachungskrankheit und Kupfermangel identisch sind, so ist der endgültige Beweis dafür noch nicht erbracht worden. Dazu müßte man zeigen: 1. daß kranke Böden einen niedrigeren Gehalt an pflanzenlöslichem Kupfer haben als gesunde, während der Krankheitsgrad zum Kupfergehalt parallel gehen muß, und 2. daß es auch eine Korrelation gibt zwischen dem Kupfergehalt der Pflanzen und dem Krankheitsgrad derselben. Im nächsten Abschnitt wollen wir uns mit diesen Fragen beschäftigen.

6. Bestimmung des pflanzenverfügbaren Kupfers in kranken und gesunden Böden.

Arnd und Hoffmann (2) schüttelten zur Ermittlung des pflanzenlöslichen Bodenkupfers 50 g Boden während 6 Stunden mit 500 ccm destilliertem Wasser, filtrierten dann und bestimmten das im Filtrat befindliche Kupfer. Ein Zusammenhang zwischen Vorkommen der Urbarmachungskrankheit und Gehalt an auswaschbarem Kupfer konnte jedoch nicht festgestellt werden.

a) Untersuchungen mit der Neubauermethode.

Zur Bestimmung des pflanzenlöslichen Kupfers verwendete ich zunächst eine abgeänderte Neubauer-Methode (23). Dazu wurden

Glasgefäße nach Neubauer mit 400 g Boden gefüllt und mit Weizen bzw. Hafer besät. Einige Tage nach dem Aufgehen wurden die Pflanzen auf 25 je Gefäß gedünnt, worauf diese so lange im Gewächshaus blieben, bis sich bei den am meisten kranken Böden die Krankheitserscheinungen zu zeigen anfingen. In den ungefähr 5 Wochen alten Pflanzen wurde dann das Kupfer ermittelt. Hierzu wurde in der Asche das Kupfer elektrolytisch abgeschieden und mit Natriumdiaethyldithiokarbaminat im Pulfrich Stufen-Photometer kolorimetrisch bestimmt (22).

Die Ergebnisse des Neubauer-Versuches sind in Tabelle 6 erwähnt. Es zeigt sich, daß zwischen dem Krankheitsgrad der Böden und dem pflanzenlöslichen Kupfer eine sehr deutliche Korrelation besteht: je kränker der Boden, je niedriger der Kupfergehalt der Pflanzen.

Tabelle 6. Von den Neubauer-Pflanzen aus kranken und gesunden Böden aufgenommenes Kupfer.

Boden	Behandlung	Pflanzenwachstum im Gefäßversuch	Cu in γ in 25 Haferpflanzen	Cu in γ in 25 Weizenpflanzen
Sandboden I aus Marum	—	sehr krank	7,—	—
„ I „ „	50 kg $CuSO_4$ je ha	gesund	26,5	—
„ II „ „	—	etwas weniger krank als I	13,—	8,5
„ II „ „	50 kg $CuSO_4$ je ha	gesund	37,—	27,—
„ I gemischt mit grobkörn. Gartensand.	—	gesund	29,5	28,—
Sandboden aus Heino	—	wenig krank	17,—	9,5
„ „ „	5 g $CaCO_3$	„ „	11,—	8,—
„ „ „	50 kg $CuSO_4$ je ha	gesund	25,—	32,—
Moorkolonialer Boden	—	wenig krank	17,5	11,—
„ „	5 g $CaCO_3$	„ „	17,—	—
„ „	50 kg $CuSO_4$ je ha	gesund	30,—	34,—
Gliede	—	sehr krank	—	5,—
„	50 kg $CuSO_4$ je ha	gesund	—	37,—
Sandboden	—	sehr krank	8,5	—
Gereinigter Quarzsand	—	krank	9,5	5,5
„ „	100 γ Cu je Gefäß	gesund	30,—	18,—
„ „	400 γ Cu je Gefäß	gesund	82,—	—

Die Untersuchungen mit dieser Methode wurden später aber nicht fortgesetzt, weil eine mikrobiologische Methode ausgearbeitet wurde, mit welcher auf einfachere und schnellere Weise das verfügbare Kupfer ermittelt werden konnte.

b) Untersuchungen mit einer mikrobiologischen Methode.

Diese Methode gründet sich darauf, daß der Schimmelpilz *Aspergillus niger* zur Ausbildung normaler schwarzer Sporen kleine Kupfermengen braucht (Bortels (4), Metz (21), Roberg (31), Steinberg (38) u. a.). In einer von Kupfer befreiten Nährlösung ist die Myzelentwicklung schlecht. Sporen werden überhaupt nicht ausgebildet. Zusatz von 0,2 γ Cu je 40 ccm Nährlösung ergibt normales Myzelwachstum mit gelben Sporen, 1 γ ergibt graubraune Sporen, während die Ausbildung schwarzer Sporen 2,5 γ Cu erfordert. Man bekommt also mit steigender Kupferkonzentration eine Farbenskala[1]). Weil unter gleichen Umständen dieselbe Kupferkonzentration immer dieselbe Farbe der Schimmelsporen auslöst, kann man aus dieser Farbe auf die in der Nährlösung enthaltene Kupfermenge schließen. Man vergleicht hierzu die Sporenfarbe mit der einer Standardreihe, welche Kupfer in steigenden Konzentrationen von 0 bis 2,5 γ je Gefäß erhalten hat.

Die für diese Untersuchung verwendete Nährlösung hat die folgende Zusammensetzung:

destilliertes Wasser	1000	ccm
Traubenzucker	50	g
KNO_3	5	„
K_2HPO_4	2½	„
$MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$	1	„
$FeCl_3 \cdot 6\,H_2O$	50	mg
$ZnSO_4 \cdot 7\,H_2O$	20	„
$MnSO_4 \cdot 4\,H_2O$	3	„
$Na_2MoO_4 \cdot 2\,H_2O$	1½	„

Zur Entfernung der Kupferspuren, welche auch in den pro-analysi-Salzen noch erhalten sind, setzt man je Liter Nährlösung $^1/_3$ ccm einer NH_4SH-Lösung und 5 g Aktivkohle („Norit") zu, schüttelt während 5 Minuten und entfernt dann auf einer Nutsche die Kohle. Eisen-, Zink- und Mangansalze sowie das Molybdat setzt man nach der Filtration zu. Von dieser Nährlösung bringt man 40 ccm in Erlenmeyer-Kolben zu 1 Liter aus Jenaer Glas und sterilisiert während 5 Minuten auf 105° C. Es sei darauf hingewiesen, daß das Kupfersulfat zu der Standardreihe nach der Sterilisation zugesetzt werden muß, um der Adsorption desselben an die Glaswand vorzubeugen.

Zur Bodenuntersuchung setzt man je 1 g lufttrockenen Boden zu diesen Kolben hinzu, impft mit einer Suspension von *Aspergillus*-Sporen in kupferfreiem Wasser und stellt dann die Kolben bei einer Temperatur von 30° C auf. Vier bis fünf Tage später haben sich die

[1]) Vergleiche die Farbentafeln in meiner Dissertation (22).

Pilzdecken ausgebildet und man kann dann die Kupferbestimmung vornehmen.

Es wurden zunächst folgende Böden, von welchen die näheren Umstände durch Düngungsversuche mit Kupfersulfat genau bekannt waren, untersucht: 1. der schwerkranke Sandboden aus Marum, 2. der ebenfalls in den Gefäßversuchen verwendete sehr kranke Bleichsand, 3. der wenig kranke Sandboden aus Heino, 4. ein gesunder moorkolonialer Boden und 5. ein gesunder Sandboden. Es ergab sich, daß die Pilzkulturen mit Boden 4 und 5 ganz schwarze Sporen lieferten; 3 hatte braune, 2 gelbbraune und 1 gelbe Sporen.

Dann untersuchte ich die Böden, von welchen auch die Neubauerzahlen bekannt waren. Es zeigte sich, daß die sehr kranken Böden, welche einen niedrigen Kupfergehalt in den Neubauer-Pflanzen aufwiesen, gelbe Sporen im Pilzversuch auslösten, d. h. weniger als 0,4 γ lösliches Kupfer je 1 g lufttrocknen Boden enthielten; die wenig kranken Böden mit einem höheren Kupfergehalt in den Hafer- und Weizenpflanzen zeigten graubraune Sporen, was einem Gehalt an pilzlöslichem Kupfer von ungefähr 1 γ entspricht. Bei den mit Kupfer geheilten Böden, welche eine große Menge pflanzenlöslichen Kupfers enthielten, war die Sporenfarbe schwarz. Es waren hier also mindestens 2½ γ Kupfer aus 1 g Boden vom Pilz aufgenommen worden.

Es wurde dann eine Reihe Bodenproben untersucht, welche teils von gesunden und urbarmachungskranken Böden, teils von Wiesen stammten, auf welchen das Rindvieh sogen. Lecksuchterscheinungen zeigte. Diese Lecksucht, die nach Rademacher (25) auf heidemoorkranken Weiden auftritt, ist nach den Untersuchungen Sjollemas (35) auf einen, vom niedrigen Kupfergehalt des Futters hervorgerufenen Kupfermangel zurückzuführen. Da es mir von diesen Wiesenböden nicht bekannt war, ob die Urbarmachungskrankheit auftrat, wurden mit denselben Gefäßversuche mit Kanariensamen in Neubauer-Gefäßen angesetzt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 erwähnt.

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß die aus den Lecksuchtwiesen stammenden Böden im Gefäßversuch mit Kanariensamen alle die Urbarmachungskrankheit zeigen. In gutem Einklang damit haben sich im *Aspergillus*-Versuch bei keinem dieser Böden schwarze Sporen ausgebildet. Ein Zusatz von 5 γ Cu je 1 g Boden löste jedoch in allen Fällen schwarze Sporen aus. Ein ähnliches Ergebnis wurde erhalten bei der Untersuchung weiterer 20 Sand- und Moorböden: schwarze Sporen bei gesunden Böden, gelbe oder gelbbraune bei kranken, während die wenig kranken Böden graubraune Sporen zeigten.

Es sei nun zuletzt noch auf einen ausgedehnten Versuch hingewiesen, in welchem 30 kranke und gesunde Sand- und Moorböden aus verschiedenen Teilen Hollands auf den Gehalt an pilzlöslichem Kupfer unter-

Tabelle 7. Kanariensamenerträge und Sporenfarbe von *Aspergillus niger* bei einer Reihe kranker und gesunder Sand- und Moorböden.

Boden	Kanariensamen	Ertrag Kanariensamen in g		Sporenfarbe im *Aspergillus*-Versuch
		ohne Kupfer	mit 20 mg $CuSO_4$ je Gefäß	
Lecksuchtwiese 1	sehr krank	0,93	4,10	gelbbraun
„ 2	„ „	0,15	2,13	gelb
„ 3	krank	2,47	3,30	hellgelb
„ 4	„	2,88	4,96	gelb
„ 5	sehr krank	1,06	4,04	gelb
„ 6	„ „	1,48	4,44	gelbbraun
„ 7	krank	2,72	5,14	hellbraun
„ 8	„	3,57	4,82	hellbraun
„ 9	„	2,86	5,23	graubraun
„ 10	„	2,10	6,00	hellbraun
Sehr kranker Sandboden . .	sehr krank	0,40	3,94	gelbbraun
„ „ „ . .	„ „	0,26	3,67	gelbbraun
Gesunder moorkol. Boden . .	gesund	4,56	4,23	schwarz
„ „ „ . .	„	5,21	5,14	schwarz
Wenig kranker moorkol. Boden	„	2,49	2,30	schwarz
Gesunder Sandboden	„	1,96	2,21	schwarz
Wenig kranker moorkol. Boden	wenig krank	3,06	3,72	graubraun
„ „ Sandboden . .	krank	1,23	2,70	graubraun

sucht wurden. In diesem Versuch ist statt der Sporenfarbe die Menge des in 1 g lufttrocknen Boden befindlichen verfügbaren Kupfers erwähnt (Tabelle 8).

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß die sehr kranken Böden einen Gehalt an löslichem Kupfer besitzen, der niedriger ist als 0,4 γ je Gramm lufttrocknen Boden, gesunde besitzen meistens mehr als 2 γ, während die wenig kranken Böden 0,6—1,2 γ enthalten. Bei der Feststellung des Krankheitsgrades soll man jedoch beachten, daß auf einem Boden, auf welchem z. B. der Weizen schwer erkrankt, bisweilen noch ganz gesunder Roggen angebaut werden kann.

Eine weniger gute Parallelität zwischen pilzlöslichem und pflanzenlöslichem Kupfer ließ sich in einem Versuch mit einigen humusreichen moorkolonialen Böden feststellen. Obwohl der Pilz schwarze Sporen ausbildete, konnte doch im Feldversuch bei Weizen mit Kupferzusatz ein Mehrertrag erzielt werden. Daß tatsächlich ein Kupfermangel vorlag, ging aus dem niedrigen Kupfergehalt der unbehandelten Pflanzen hervor.

Tabelle 8. Pilzlösliches Kupfer in kranken und gesunden Böden.

Boden	Pflanzenwachstum	Pilzlösl. Cu in γ je g Boden
Moorkolonialer Boden	gesunder Winterweizen	> 2,5
Sandboden.	„ Weißhafer	> 2,5
„	„ „	2—2,5
„	„ „	2,0
Moorkolonialer Boden	a) sehr kranker Weizen	0,2
„ „	b) gesunde Stelle im kranken Felde	2—2,5
„ „	sehr kranker Weizen, Roggen gesund	0,2
Sandboden	gesunder Weizen	> 2,5
„	„ Weißhafer	2—2,5
„	„ „	1,3
Gliede	sehr kranker „	0,1
Sandboden	gesunder „	1,5
„	„ „	> 2,5
„	sehr kranker „	0,2
„	wenig „ „	1,1
„	gesunder „	> 2,5
„	kranker „	0,3
„	gesunder Kanariensamen	> 2,5
„	„ Weizen	> 2,5
„	„ Weißhafer	1,8
„	„ Kanariensamen	> 2,5
„	kranker Hafer	0,4
„	schlechter Hafer, jedoch keine typische Krankheitserscheinungen	0,3
„	gesunder Weizen	> 2,5
„	„ „	> 2,5
„	kranker Weißhafer a) sehr kranke Stelle	0,25
	b) wenig „ „	0,8
	c) gesunde „	1,7
	d) in 1924 geheilt mit $CuSO_4$	> 2,5

7. Bestimmung des Kupfergehaltes in gesundem und urbarmachungskrankem Pflanzenmaterial.

Zur Kupferuntersuchung verwendete ich neben dem früher erwähnten Karbaminatverfahren die *Aspergillus*-Methode. In diesem Falle wurde ½ g des zu untersuchenden Materiales in einem elektrisch geheizten Ofen verascht, die Asche mit einem Glasstäbchen zerrieben und dann zu den Kolben mit Nährlösung zugesetzt. Die weitere Behandlung war jener der Bodenuntersuchung gleich. Um eine gleichmäßige Farbe der Pilzsporen zu erzielen, empfiehlt es sich, die 2 Tage alten

Kulturen einige Male vorsichtig umzuschütteln. Tabelle 9 enthält den Kupfergehalt der Körner kranker und gesunder Weizen, Hafer und Roggen.

Tabelle 9. Kupfergehalt der Körner kranker und gesunder Getreidepflanzen.

Pflanzenart	Gewachsen auf	Cu mg/kg *Aspergillus*	Cu mg/kg Karbaminat
Gesunder Juliana Winterweizen . .	Tonboden	—	6,0
„ Trifolium „	„	—	4,7
„ Providence „	„	2,4	—
„ Imperiaal II A	„	2,8	—
„ Petkuser Winterroggen	Moorkolonialer Boden	—	3,4
„ van Hoek Sommerweizen	„ „	—	2,0
„ Goldgerste	„ „	—	1,7
Wenig kranker v. Hoek Sommerweizen	Sandboden aus Heino.	0,9	—
Gesunder „ „	Id. + $CuSO_4$	3,0	—
„ „ „	Moorkol. Boden + 50 kg $CuSO_4$ je ha	1,3	—
Kranker Imperiaal II A Winterweizen	„ „	0,6	0,7
Gesunder „ „ „	„ „ + 100 kg $CuSO_4$ je ha	0,9	—
„ „ „ „	„ „ + 200 kg „ „ „	1,4	—
Kranker Providence „	„ „	0,6	—
„ Trifolium „	„ „	0,7	0,8
Gesunder „ „	„ „ + 50000 kg Komp. je ha	1,0	—
„ „ „	„ „ + 200 kg $CuSO_4$ „ „	1,1	—
Kranker Sieges-Weißhafer	Sandboden aus Marum	0,7	—
Gesunder „ „	Id. + 50 kg $CuSO_4$	1,5	—
„ Petkuser Sommerroggen	„	2,4	—
„ „ „	„ + 50 kg $CuSO_4$	4,0	—
Kranker Sieges-Weißhafer	Sandboden.	0,7	0,8
Gesunder Trifolium Winterweizen	Moorkolonialer Boden	1,3	1,5
„ „ „	„ „	1,7	1,7
Wenig kranker v. Hoek Sommerweizen	„ „	0,8	—

Es zeigt sich, daß die kranken Weizen- und Haferpflanzen einen niedrigeren Kupfergehalt als 1 mg Cu je 1 kg Trockensubstanz aufweisen. Pflanzen von gesunden und mit Kupfer geheilten Böden haben fast immer einen höheren Gehalt, bisweilen mehr als 4 mg Cu je Kilogramm Trockensubstanz.

Die im Abschnitt 6 und 7 erhaltenen Ergebnisse erbringen den Beweis, daß heidemoorkranke Pflanzen einen niedrigeren Kupfergehalt besitzen als gesunde, und daß kranke Böden einen niedrigeren Gehalt an verfügbarem Kupfer aufweisen als gesunde, während der Krankheitsgrad diesem Kupfergehalt proportional ist. Weil es sich weiter gezeigt

hat, daß die Symptome des Kupfermangels denen der Urbarmachungskrankheit genau gleich sind, muß man schließen, daß die Heidemoor- oder Urbarmachungskrankheit durch Mangel an pflanzenverfügbarem Kupfer hervorgerufen wird.

8. Ursachen der schlechten Kupferversorgung der Pflanzen auf kranken Böden.

a) Einleitung.

Zunächst wurde untersucht, ob es sich bei den kranken Böden um einen Mangel an Totalkupfer oder an pflanzenlöslichem Kupfer handelt. Von einer Reihe kranker und gesunder Böden wurde zu dem Zweck je 1 g verascht und in der Asche das pilzlösliche Kupfer ermittelt. Wenn man die Ergebnisse dieses Versuches denen mit unbehandeltem Boden gegenüberstellt wie in Tabelle 10, so ersieht man, daß es kranke

Tabelle 10. Für *Aspergillus* verfügbares Kupfer in γ je 1 g lufttrocknem Boden vor und nach dem Glühen.

Boden	Organ. Stoffe in %	Für den Pilz verfügbares Cu	
		Vor dem Glühen	Nach dem Glühen
Sehr kranker Sandboden	11,1	0,4	1,2
Id. (enthält schwarzer Heidehumus)	22,7	0,2	0,6
Schwarzer Heidehumus	55,9	0,2	1,3
Wenig kranker moorkolonialer Boden	25,4	1,0	4,5
„ „ Sandboden	5,3	1,0	1,4
Kranker „	3,7	0,4	0,5
Gesunder „	7,3	1,3	2,8
„ „	6,2	2—2,5	4,7
„ „	4,7	2—2,5	4,8
Kranker moorkolonialer Boden	14,4	0,2	0,3
„ „ „	5,4	0,2	0,6
Gesunder „ „	13,6	6,4	8,0
„ „ „	21,5	> 5,0	13,0
Kranker Sandboden	6,0	0,2	0,3

Böden gibt, die sowohl vor wie nach dem Veraschen einen sehr niedrigen Kupfergehalt zeigen. Daneben gibt es aber solche, die nach dem Veraschen einen erheblich höheren Gehalt zeigen, das heißt, daß das in diesen Böden vorhandene Kupfer weder von dem Pilz noch von den Pflanzen aufgenommen werden kann. Besonders in den Böden mit hohem Gehalt an schwarzem Heidehumus ist das Kupfer schlecht verfügbar. Es entspricht das den Literaturangaben von Hudig (17), Smith (36), Rademacher (27) u. a., die gerade den schwarzen Heidehumus mit dem Auftreten der Heidemoorkrankheit in Beziehung bringen. Nach

den Untersuchungen von Rademacher ist es wahrscheinlich, daß dieser Humus das Bodenkupfer in pflanzenunlöslicher Form festlegt.

b) Bedeutung von Humusstoffen bei der Kupferfestlegung.

Es wurde untersucht, ob der aus kranken Böden stammende schwarze Humus imstande war, zugesetztes Kupfer festzulegen. Zunächst wurde der in Tabelle 10 erwähnte schwarze Heidehumus verwendet. Zu je 2 g dieses Materiales wurden 30 ccm Wasser und bzw. 5, 10 oder 20 γ Kupfer als $CuSO_4 . 5 H_2O$ zugesetzt. Das Gemisch blieb 24 Stunden bei Zimmertemperatur stehen, wurde dann während 5 Minuten auf 110 ° C sterilisiert und zu einer Nährlösung für *Aspergillus niger* zugesetzt, welche mit einer Sporenaufschwemmung geimpft wurde. Das Ergebnis dieses Versuches war folgendes:

	Für *Aspergillus* verfügbares Cu
2 g schwarzer Heidehumus (Totalkupfer 2,6 γ)	0,2 γ
2 g schwarzer Heidehumus + 3 γ Cu	0,6 γ
2 g „ „ + 5 γ Cu	0,8 γ
2 g „ „ + 10 γ Cu	1,0 γ
2 g „ „ + 20 γ Cu	2,0 γ

Das Ergebnis zeigt deutlich die von dem schwarzen Heidehumus ausgeübte Kupferbindung. Eine ähnliche Wirkung zeigten Hochmoorhumus, Gliede und in geringerem Maße ein schwarzer Torfhumus. Aus den Untersuchungen geht ferner hervor, daß Sterilisation des Kupfer-Humus-Gemisches die Löslichkeit des Kupfers ziemlich stark herabsetzt. Trocknen bei 40 ° C ergab, wenn auch in etwas geringerem Maße, dasselbe Resultat.

Sickerungsversuche.

Die von kranken Böden veranlaßte Kupferfestlegung konnte auch mittels Sickerungsversuchen gezeigt werden. Dazu verwendete ich den schwerkranken Sandboden aus Marum und einen gesunden Sandboden aus Wageningen. Es wurden je 40 g dieser Böden in Glasröhren von 35 cm Länge und 1 $\frac{1}{2}$ cm Durchmesser gebracht, welche an der Unterseite mit einem Glaswollepfropfen verschlossen waren. Dann wurden während 8 bis 10 Stunden 100 ccm je Stunde einer $\frac{1}{4}$ %-igen Kupfersulfatlösung perkoliert. Darauf wurde solange destilliertes Wasser durchgeleitet, bis die Reaktion auf Kupfer mit Karbaminatlösung nahezu negativ war. Dann wurde mit einer 1 %igen Lösung von $Ca(NO_3)_2$ perkoliert. Als 30 Liter derselben durchgesickert waren und auf 10 ccm Perkolat nicht mehr als 2 γ Cu enthalten waren, wurden die Böden getrocknet, verascht und der Kupfergehalt ermittelt. Je Gramm organischer Stoff wurden die folgenden Ergebnisse erhalten:

Totalkupfer je g org. Stoff	Mit Ca $(NO_3)_2$ ausgewaschen	Nicht austauschbar
Kranker Boden 71,0 mg	46,7 mg Cu	24,3 mg Cu
Gesunder Boden 42,9 mg	37,8 mg Cu	5,1 mg Cu

In einem anderen Versuch wurden derselbe kranke Boden und ein gesunder moorkolonialer Boden während mehrerer Tage mit einer $^1/_4$ %igen Kupfersulfatlösung geschüttelt. Alsdann wurde auf einer Nutsche der Überschuß des Kupfersulfates mit destilliertem Wasser ausgewaschen und dann der Boden so lange mit $^1/_{20}$ n Salzsäure behandelt, bis sich im Filtrat nicht mehr als 2 γ Cu je 10 ccm vorfanden. Darauf wurde sowohl im Filtrat, wie im Boden das Kupfer ermittelt, wobei je Gramm organischer Stoff die folgenden Ergebnisse erhalten wurden.

	Mit Cl ausgewaschen	Im Boden festgelegt
Kranker Boden	75,5 mg Cu	0,4 mg Cu
Gesunder Boden	40,7 mg Cu	0,3 mg Cu

Wieder zeigt sich, daß der kranke Boden mehr Kupfer zu binden vermag als der gesunde; $^1/_{20}$ n Salzsäure ist jedoch imstande, sowohl beim kranken wie beim gesunden Boden das festgelegte Kupfer wieder auszuwaschen.

Es wurde dann untersucht, ob die mit der Smith'schen Methode aus Gliede und krankem und gesundem Sandboden erhaltenen Extrakte und Destillate zur Kupferbindung imstande waren. Es wäre ja verständlich, daß es sich bei den von Smith beobachteten Beschädigungen um einen von diesen Stoffen veranlaßten Kupfermangel gehandelt hat. Es wurden nun zu steigenden Mengen dieser Extrakte und Destillate 2 γ Kupfer zugesetzt und dann das Gemisch den Nährlösungen für *Aspergillus niger* hinzugesetzt. Eine Festlegung des Kupfers konnte jedoch bei keinem dieser Flüssigkeiten beobachtet werden.

c) Bedeutung von Mikroorganismen bei der Kupferfestlegung.

Aus Versuchen mit Mikroorganismen war hervorgegangen, daß schwefelwasserstoffbildende Bakterien, wie *Bacillus putrificus*, *Vibrio desulfuricans* und *B. coli* Kupfer derart festlegen, daß es von *Aspergillus niger* nicht benutzt werden kann. Diese Kupferfestlegung fand nicht statt, wenn man es mit aerob wachsenden Bakterien zu tun hatte, welche kein H_2S bildeten (22). Um den Einfluß der Mikroben

auf die Kupferversorgung höherer Pflanzen kennen zu lernen, wurden *B. coli* und *Vibrio desulfuricans* in eine Nährlösung geimpft, welche zum Teil aus der in den Wasserkulturen verwendeten Lösung und zum anderen Teil aus der Bakterien-Nährlösung bestand. Als in diesen Kulturen eine kräftige H_2S-Bildung angefangen hatte, wurden 10 γ Kupfer je Gefäß zugesetzt. Fünf Tage später setzte ich die Nährlösungen mit

Abb. 8. Hafer in Wasserkultur.

1. mit 10 γ Cu, nicht geimpft,
2. „ 1000 γ „ geimpft mit *Vibrio desulfuricans*,
3. „ 30 γ „ „ „ „ „
4. „ 30 γ „ „ „ *B. coli*

Die Pflanzen a haben eine verdünnte Kupfersulfatlösung auf die Blätter erhalten.

Bakterien zu Wasserkulturen von ungefähr 3 Wochen alten Gerste- und Haferpflanzen zu, die eben angefangen hatten, die Kupfermangelerscheinungen zu zeigen. Einige Gefäße erhielten die nicht geimpfte Nährlösung. In den letzteren war der Kupfermangel schon in einigen Tagen verschwunden, während die Pflanzen sich fast bis zur Reife

normal entwickelten. Hieraus ergibt sich, daß die Bakterien-Nährlösung etwa 20 γ Kupfer enthielt, die sich in pflanzenlöslicher Form darin vorfanden. Obwohl die geimpften Kulturen überdies noch 10 γ Kupfer erhalten hatten, war auch nach mehreren Wochen von einer Erholung noch keine Rede. Um nachzuweisen, daß es sich bei diesen Erscheinungen tatsächlich um einen Kupfermangel handelte und nicht um eine etwaige Beschädigung durch die Bakterien, wurde zu einer der vier Pflanzen in jedem Gefäß ein wenig Kupfersulfatlösung auf die Blätter gegeben. Diese Pflanzen fingen schon sehr bald zu wachsen an, während die anderen, welche kein Kupfer erhalten hatten, krank blieben (Abb. 8). Erst viele Wochen später begannen auch die nicht behandelten Pflanzen allmählich zu wachsen, wahrscheinlich weil von dem festgelegten Kupfer geringe Mengen gelöst wurden. Es handelt sich bei dieser Kupferbindung wahrscheinlich nicht um eine einfache Bildung von Kupfersulfid, da Kupfer in dieser Form sowohl von *Aspergillus* wie von Gerste in Wasserkultur und in krankem Boden gut benutzt werden kann (22).

Wir kommen jetzt zur Frage, welcher Art die Rolle ist, die die Mikroorganismen bei der Kupferfestlegung im Boden spielen. Indirekt sind dieselben unzweifelhaft von Bedeutung bei der Bildung des kupferbindenden Schwarzhumus. Eine direkte Wirkung ist zu erwarten in Böden, in welchen H_2S gebildet wird, also in anaeroben Böden, z. B. in solchen, die schlecht entwässert sind. Es kann in dieser Beziehung auf eine Mitteilung von Allison (1) hingewiesen werden, nach welcher in den noch nicht in Kultur gebrachten „kranken" Everglades-Moorböden eine kräftige H_2S-Bildung stattfindet.

Um den Einfluß anaerober Bodenzustände auf die Kupferversorgung der Pflanzen kennen zu lernen, wurden von mir einige Gefäßversuche angestellt. Hierbei zeigte es sich, daß dichte Bodenstruktur die Kupfermangelsymptome bisweilen verschlimmert. Das war besonders der Fall, wenn man den aus wenig krankem Boden stammenden Humus mit einem feinkörnigen Sand mischte. Es ist aber schwer zu sagen, ob es sich um schlechtere Löslichkeit des Kupfers oder um herabgesetzte Aufnahmekapazität der Pflanzenwurzeln gehandelt hat.

9. Maßnahmen zur Nutzbarmachung des festgelegten Kupfers.

Ich will nun noch kurz hinweisen auf einige Maßnahmen, um das in den kranken Böden festgelegte Kupfer den Pflanzen besser nutzbar zu machen.

1. Sterilisieren. Sowohl Smith wie Jørgensen konnten mit einer Dampfsterilisation kranker Böden gute Ergebnisse erzielen. Über gute Wirkung chemischer Desinfektionsmittel liegt eine Angabe Brandenburgs vor (5). Der günstige Einfluß einer Dampfsterilisation konnte auch von mir beobachtet werden. In diesem Versuch kam der

sehr kranke Boden aus Marum zur Verwendung, welcher auf zwei aufeinanderfolgendenden Tagen jeweils während einer halben Stunde auf 115° C sterilisiert wurde. Dadurch gelang es, gesunde Gerstepflanzen zu erzielen, welche einen um 50 % höheren Kupfergehalt aufwiesen als die kranken Pflanzen im unbehandelten Boden.

2. Behandlung mit Äthylalkohol und Azeton. Durch eine Behandlung der kranken Böden mit diesen Chemikalien während drei Wochen gelang es Kuipers im hiesigen Laboratorium, fast völlig gesunde Pflanzen zu erzielen. Wie Tabelle 11 zeigt, war im zweiten Jahre nach der Behandlung die günstige Wirkung zum größten Teil wieder verschwunden.

Tabelle 11. Wirkung der Alkohol- und Azetonbehandlung eines urbarmachungskranken Bodens auf den Haferertrag.

Behandlung	Korn in g	Stroh in g
Unbehandelter Boden	0,2	5,6
Derselbe + $CuSO_4$	9,2	11,8
3 Wochen mit Aethylalkohol	7,5	12,7
3 „ „ „ + $CuSO_4$ . .	9,4	12,6
1 Jahr nach der Alkoholbehandlung . . .	1,8	16,3
3 Wochen mit Azeton.	7,7	12,9
1 Jahr nach der Azetonbehandlung. . . .	3,1	15,8

3. Verbesserung der Bodenstruktur. Gute Bodenstruktur kann bisweilen, wie oben erwähnt wurde, eine günstige Wirkung auslösen. Wenn man zur Herstellung derselben eine Gründüngung anwendet, wie es u. a. von Cleveringa (9) empfohlen wird, so ist es aber schwer zu sagen, ob man es bei den Erfolgen mit einer Mobilmachung des in der Ackerkrume enthaltenen Kupfers oder mit einer Überführung des Untergrundkupfers in die Krume zu tun hat. Letzteres wird besonders bei tiefwurzelnden Pflanzen, wie bei der Lupine, der Fall sein (Rademacher (27)).

4. Einfluß einiger Düngermittel. Daß eine $CaCO_3$-Gabe die Urbarmachungskrankheitserscheinungen verschlimmern kann, geht aus mehreren Literaturangaben sowie aus eigenen Versuchen hervor (22). Wahrscheinlich wird die ungünstige Wirkung einer solchen Düngung durch die Erhöhung des pH veranlaßt. Es hat sich nämlich bei den Versuchen Kuipers gezeigt, daß $CaSO_4$ keinen schädlichen Einfluß hat. Auch in eigenen Versuchen mit *Aspergillus niger* konnte ich die schlechtere Kupferaufnahme nach einem $CaCO_3$-Zusatz beobachten. $CaSO_4$ dagegen hatte keine solche Wirkung. Da auch die Form, in welcher man den Stickstoffdünger dem Boden zusetzt, Einfluß auf den

pH-Wert ausübt, wurde ein Versuch angestellt, um die Wirkung einer $NaNO_3$-, bzw. $(NH_4)_2SO_4$-Gabe auf die Kupferversorgung der Pflanzen kennen zu lernen. Zu diesem Versuch verwendete ich den kranken Boden aus Marum, zu welchem 0.4 g N als $NaNO_3$ bzw. $(NH_4)_2SO_4$ je 2 kg Boden zugesetzt wurde.

Tabelle 12. Einfluß einer Düngung mit $NaNO_3$ bzw. $(NH_4)_2SO_4$.

Bodenbehandlung	Stickstoff als $NaNO_3$		Stickstoff als $(NH_4)_2SO_4$	
	Korn in g	Stroh in g	Korn in g	Stroh in g
—	0,07	10,54	1,40	15,77
$CuSO_4$	16,45	16,53	18,63	17,41

Es zeigt sich aus Tabelle 12, daß die mit $(NH_4)_2SO_4$ gedüngten Pflanzen deutlich weniger krank waren als die mit $NaNO_3$ gedüngten. Es bleibt dahingestellt, ob das höhere pH oder die Differenz in der Stickstofform die Ursache ist.

10. Zum Schluß möchte ich noch einige weitere Punkte besprechen, die in Zusammenhang mit der Kupferversorgung der Pflanzen stehen.

1. Zusammenhang zwischen Urbarmachungs- und Dörrfleckenkrankheit.

Von Hudig, Meyer und Goodijk (17) ist darauf hingewiesen worden, daß auf überkalkten heidemoorkranken Böden, wenn sie mit Kupfersulfat behandelt worden sind, öfters die Dörrfleckenkrankheit auftritt. Auch Rademacher (27) macht darauf aufmerksam, und ich habe es ebenfalls beobachtet.

Man weiß, daß die Dörrfleckenkrankheit auf humosen Böden auftritt, welche ungefähr neutrale Reaktion zeigen. Das Heilmittel, $MnSO_4$, hat nur eine kurze Wirkungsdauer. Ein viel besseres Mittel ist die Erniedrigung des pH-Wertes, welche eine dauernde Heilung herbeiführt. Aus den Arbeiten von Samuel und Piper (32, 33) und von Gerretsen (12) geht hervor, daß die Krankheit auf Mangel an pflanzenverfügbarem Mangan zurückzuführen ist. Gerretsen konnte zeigen, daß es sich um eine Manganfestlegung zufolge der von Mikroorganismen veranlaßten Umwandlung löslicher Manganoverbindungen in unlösliche Manganioxyde handelt. Dieser Prozeß findet besonders bei neutraler Reaktion statt.

Wenn nun auf neutralen urbarmachungskranken Böden nach Kupferzusatz die Dörrfleckenkrankheit auftritt, so läßt sich vermuten, daß es den betreffenden Böden neben Kupfer auch an pflanzenverfügbarem Mangan gemangelt hat. Daneben muß man aber die Möglichkeit

berücksichtigen, daß der Kupferzusatz die Manganfestlegung fördert. Es konnte nämlich gezeigt werden, daß manganoxydierende Pilze auf einem kupferarmen, $MnCO_3$-enthaltenden Agar-Nährboden erheblich weniger MnO_2 bildeten als beim Zusatz von Kupferspuren (22).

Ob sich dieser Vorgang auch im Ackerboden abspielt, ist ohne weitere Untersuchung nicht zu sagen.

2. Beziehung zwischen Kupferversorgung der Pflanzen und Empfindlichkeit gegen parasitäre Mikroorganismen.

Weizen mit leichten Kupfermangelerscheinungen ist empfindlicher gegen Befall durch parasitäre Mikroorganismen als solcher mit guter Kupferversorgung. Es konnte dies in Feldversuchen beobachtet werden bei zwei Ährenkrankheiten, die eine von *Septoria nodorum*, die andere von einem noch unbekannten Mikroorganismus veranlaßt. *Septoria nodorum* bildet auf den Spelzen, besonders auf den obersten Teilen, große graubraune Flecke, in welchen zahlreiche Pykniden als schwarze Pünktchen zu sehen sind. Bei der anderen Krankheit erhalten zuerst die auf den Spelzen vorkommenden Chlorophyllstreifen eine braunschwarze Farbe, später auch andere ausgedehnte Teile der Spelzen, während sich auch auf den obersten Halmteilen längliche, schwarzbraune Flecke ausbilden. Die Erscheinungen zeigten sich auf den Versuchsfeldern auf moorkolonialen Böden einige Wochen vor der Abreifung, und zwar sowohl auf den mit Kupfer gedüngten als auf den unbehandelten Parzellen. Während sie auf den Pflanzen der erstgenannten Parzellen jedoch auf kleine Flecke beschränkt blieben, breiteten sie sich auf denjenigen mit leichten Kupfermangelerscheinungen stark aus. Es ist wahrscheinlich, daß bei diesem Vorgang die träge Abreifung der unbehandelten Pflanzen die Ausbreitung der Mirkoorganismen stark fördert.

3. Versuche mit sterilen Kulturen höherer Pflanzen.

Da es anläßlich der obenerwähnten Ergebnisse nicht ausgeschlossen war, daß bei dem Auftreten der Kupfermangelerscheinungen Mikroorganismen irgendeine Rolle spielten, wurden sterile Hafer- und Gerstepflanzen gezogen. Es wurde zu diesen Versuchen das von Gerretsen (11) beschriebene Verfahren mit Katadynsilber verwendet. Auf diese Weise gelang es, die Kulturlösung mehr als drei Monate steril zu erhalten. Zwischen den Kupfermangelerscheinungen dieser sterilen Kulturen und denjenigen der gewöhnlichen, nicht sterilen Kulturen konnten jedoch keine Unterschiede beobachtet werden. Die in den gewöhnlichen Wasser- und Sandkulturen immer vorhandenen saprophytischen Mikroorganismen üben also keinen Einfluß auf die Kupfermangelerscheinungen aus.

4. Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf das Auftreten der Kupfermangelerscheinungen.

Bei der Beschreibung der Kupfermangelerscheinungen im zweiten Abschnitt ist darauf hingewiesen worden, daß bei den kranken Pflanzen

große Teile der obersten Blätter schlaff werden und verdorren. In einem Versuch mit Gerste hat sich nun gezeigt, daß in einem mit Wasserdampf gesättigten Glasraum die weißen Blattspitzen nicht auftraten, so daß unter diesen Umständen die Pflanzen ohne Kupferzusatz erheblich besser wuchsen als dieselben im gutventilierten Raum. Man bekommt aus diesem Ergebnis den Eindruck, daß kupferarme Pflanzen gegen Vertrocknen viel empfindlicher sind als solche mit guter Kupferversorgung. Das gleiche kann man auf dem Felde beobachten, wo die weißen Blattspitzen sich besonders bei sonnigem, trockenem Wetter zeigen.

Zusammenfassung.

Es wurden die Symptome der Urbarmachungs- oder Heidemoorkrankheit bei einer Reihe Kulturpflanzen mit denen des Kupfermangels derselben Pflanzen verglichen. Zur Herstellung der Kupfermangelkulturen wurden sowohl Wasser- wie Quarzsandkulturen verwendet. Die Getreidepflanzen zeigten innerhalb drei Wochen Kupfermangelerscheinungen, welche mit denen der Urbarmachungskrankheit vollkommen identisch waren. Ein Zusatz von 50 γ Kupfer je Gefäß genügte, um in den Wasserkulturen gesunde Pflanzen zu erhalten. In den kranken Böden waren hierzu erheblich größere Mengen erforderlich. Es konnte jedoch gezeigt werden, daß es sich hier um eine Festlegung des zugesetzten Kupfers an die Bodenbestandteile handelte, so daß nur ein kleiner Teil die Wurzeln erreichen konnte.

Gegen die Krankheit sehr empfindliche Pflanzen, wie Weizen, Hafer und Gerste, brauchen zur normalen Entwicklung bedeutend höhere Kupfermengen als wenig empfindliche, wie Roggen und Kartoffeln. Außerdem können die erstgenannten das schwerlösliche Bodenkupfer weniger gut ausnutzen.

Um nachzuweisen, daß Kupfermangel und Heidemoorkrankheit identisch sind, wurde von einer Reihe kranker und gesunder Böden mittels einer modifizierten Methode nach Neubauer und einer mikrobiologischen Methode das verfügbare Bodenkupfer ermittelt. Hierbei zeigte sich eine deutliche Korrelation zwischen dem Gehalt der Kulturböden an aufnehmbarem Kupfer und dem Auftreten der Krankheit. Weiter wurde in den Samen gesunder Getreidepflanzen immer ein höherer Kupfergehalt gefunden als in denen kranker Pflanzen.

Bei der schlechten Kupferversorgung der Pflanzen auf kranken Böden kann es sich sowohl um fast absoluten Kupfermangel des Bodens wie um Festlegung des Bodenkupfers in schwerlöslicher Form handeln. Bei dieser Kupferbindung spielen gewisse Humussubstanzen eine Rolle. Es konnte weiter gezeigt werden, daß schwefelwasserstoffbildende Bakterien imstande sind, Kupfer festzulegen. Es handelt sich bei dem Vorgang wahrscheinlich nicht lediglich um Bildung von Kupfersulfid.

34. Schreven, D. A. v.: Kopergebrek bij de suikerviet. — Med. Inst. suikerb. teelt, Bergen op Zoom. **6**, 37 (1936) (siehe auch Phytopath. **26**. 1106. 1936).
35. Sjollema, B.: Kupfermangel als Ursache von Krankheiten bei Pflanzen und Tieren. — Bioch. Z. **267**, 151 (1933).
36. Smith, W. S.: Een onderzoek naar het voorkomen en de oorzaken van de verschijnselen, welke worden aangeduid met den naam „ontginningsziekte". Diss. Wageningen (1927).
37. Sommer, A. L.: Copper as an essential for plant growth. — Plant Physiology **6**, 339 (1931).
38. Steinberg, R. A.: The nutritional requirements of the fungus *Aspergillus niger*. — Bull. Torrey Bot. Club **62**, 81 (1935).
39. Tacke, B., Arnd, Th., Hoffmann, W. und Pook, A.: Die Urbarmachungs- oder Heidemoorkrankheit. — Mitt. Ver. Förd. Moorkult. **47**, 247 (1929).

Berichte.

I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes.

Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. II. 2. Auflage. München 1939. Herausgegeben von Prof. K. Suessenguth. 532 S., 719 Abb. Verlag I. F. Lehmann. (1939). Preis geh. RM. 30.—, Lwd. RM. 33.—, Halbleder RM. 38.—.

Die beiden ersten Bände des „Hegi", die bereits vor 30 Jahren erschienen sind, bedurften einer dem Fortschritt der Wissenschaft gerecht werdenden Umarbeitung. Der erste Band erschien bereits vor einiger Zeit. Nun liegt auch der zweite Band in der Neubearbeitung von K. Suessenguth vor. Behandelt werden die Cyperaceen, Araceen, Lemnaceen, Juncaceen, Liliaceen, Amaryllidaceen, Dioscoreaceen, Iridaceen und Orchideen. Die Vollständigkeit der Darstellung wurde den später erschienenen Bänden angeglichen. Die Seitenzahl stieg daher auf 532 gegen 395, die Zahl der Abbildungen wurde um 163 vermehrt. Insbesondere wurde der Abschnitt über die Orchideen gründlich überarbeitet. Die Darstellung der Cyperaceen folgt vor allem den Monographien von G. Kükenthal. Vom pflanzengeographischen und allgemein biologischen Standpunkt aus ist die Aufnahme einer Reihe von Arealkarten zu begrüßen. Die Standortangaben wurden vielfach ergänzt, die Synonyma überprüft, jetzt besser bekannte Varietäten, Formen und Bastarde neu aufgenommen. Dem Herausgeber gebührt besonderer Dank, daß er die mühevolle und bei dem hohen Niveau dieses Standardwerkes verpflichtende Aufgabe übernommen und mit großem Erfolg gelöst hat. Es ist kein Zweifel, daß der „Hegi" durch die Neuauflage der ersten beiden etwas überalterten Bände erheblich an Wert gewonnen hat. Die glänzende Ausstattung des Buches ist hinreichend gekennzeichnet, wenn man erwähnt, daß der vorliegende Band dem Rahmen des Gesamtwerkes würdig angepaßt ist. Winter (Bonn).

Lüstner, Gustav, Prof. Dr., Vorsteher a. D. des Instituts für Pflanzenkrankheiten Geisenheim a. Rh.: Krankheiten und Feinde der Obstbäume, Beerensträucher und des Strauch- und Schalenobstes. Ein Wegweiser für ihre Erkennung und Bekämpfung. 4. völlig neubearbeitete Auflage. Mit 191 Abb. Preis RM. 3.—. Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart-S., Olgastraße 83.

Die Schrift Lüstners, die in Kreisen der Sachverständigen des Pflanzenschutzes wie der Obstbaumbesitzer und Gärtner weite Verbreitung fand, erschien 1930 in dritter Auflage. Auch diese war nach einigen Jahren vergriffen, so daß eine Neuauflage nötig wurde. Sie liegt hier vor. Die Einteilung und Anordnung des Stoffes ist die gleiche geblieben. Nach den einleitenden Abschnitten: Allgemeine Maßnahmen für die Gesunderhaltung der Obstbäume —, Gartenapotheke —, Apparate und Geräte zur Schädlingsbekämpfung —, Allgemeines über die Krankheitserreger und Feinde der Obstpflanzen — werden zunächst die Krankheiten der einzelnen Pflanzenarten und später getrennt davon die tierischen Feinde geschildert. Der Hauptwert der Schrift liegt darin, daß die wichtigsten Parasiten in Einzelschilderungen aufgeführt sind und daß von ihnen die wesentlichen Angaben über die Biologie und Bekämpfung so ausführlich, wie es der Raum gestattet, gebracht werden, wobei auch mikroskopische Befunde berücksichtigt sind. Man könnte die fast 200 Seiten umfassende Schrift als kleinen Sorauer für die Praxis bezeichnen. Der Verfasser ließ es sich angelegen sein, die Fortschritte der letzten Jahre zu verarbeiten. Insbesondere wurden auch einige Schädlinge, die unterdessen Bedeutung erlangten, wie der Blattstecher der Erdbeere, neu aufgenommen. Stellwaag (Geisenheim).

III. Viruskrankheiten.

Dörr, R. und Hallauer, C.: Handbuch der Virusforschung. 2. Hälfte. Wien 1939, 837 S., 19 Abb. Verlag Julius Springer. Preis geheftet RM. 96.— gebunden RM. 99.—.

Auch die zweite Hälfte des Handbuches wurde von führenden Fachmännern der Virusforschung bearbeitet. R. Dörr behandelt die Virusübertragung, den qualitativen und quantitativen Virusnachweis, die Ausbreitung im Wirtsorganismus, Tropismen und spezifische Lokalisationen der Viren. G. M. Findlay zeichnet für den Abschnitt über Variantenbildung und O. Thomsen für das Kapitel über tumorerzeugende Virusarten. Die Antigenfunktionen und serologischen Reaktionen der Virusarten bespricht J. Craigie, C. Hallauer und Fl. Magrassi berichten über erworbene Immunität gegen Virusinfektionen. K. M. Smith gibt die Grundzüge der Erforschung phytopathogener Viren. Den Abschluß bildet eine tabellarische Übersicht der tierpathogenen (R. Dörr) und phytopathogenen (K. M. Smith) Virusarten. Sie enthält die Synonyma der einzelnen Krankheiten, den Namen des Autors, an den die Einreihung unter die Viruskrankheiten geknüpft ist, sowie das Datum der entscheidenden Veröffentlichung. Dem Phytopathologen werden durch die Lektüre der erstgenannten, im allgemeinen vom Standpunkt des Mediziners geschriebenen Kapitel gerade infolge der Unvoreingenommenheit und der völlig anderen Blickrichtung der Verfasser gegenüber manchen Problemen der phytopathogenen Viruskrankheiten wertvolle Anregungen vermittelt. Verwiesen sei in diesem Zusammenhang auf die ausgezeichneten kritischen Ausführungen von Dörr über die Titrierung phytopathogener Viren. Der für die Grundzüge der Erforschung phytopathogener Viren (K. M. Smith) zugestandene Raum ist allerdings reichlich knapp bemessen. Es kommt hinzu, daß die Erörterung der physikalischen und chemischen Eigenschaften sowie der Reinigung „pflanzlicher" Viren, also Fragen, die bereits von Stanley in der ersten Hälfte des Handbuches eingehend besprochen wurden, von den zur Verfügung stehenden 43 (!) Seiten 17 beanspruchen. Bei einem Umfang

des Handbuches von 1400 Seiten bleiben also 26 Seiten für die Übertragung. Mutationen, Serologie (2½ Seiten), Resistenz und Immunität (4 Seiten). Bewegung des Virus in der Pflanze (3 Seiten), quantitative Bestimmung der Aktivität (2 Seiten), Stoffwechsel (½ Seite) bzw. intrazelluläre Einschlüsse (1 Seite) kranker Pflanzen und die Klassifikation der Viren (3 Seiten). Unter solchen Bedingungen ist eine kritische Würdigung der einschlägigen Literatur unmöglich, wie sie von einem Handbuch der Virusforschung zu erwarten wäre. Der Zweck des Buches, das doch vornehmlich dem Forscher selbst das notwendige Rüstzeug an die Hand geben will, wird daher in diesem Abschnitt nicht erreicht. Gegenüber den eingehenden Ausführungen der vorangegangenen Kapitel, die fast ausschließlich tierpathogenen Viren gelten, wird der Eindruck untergeordneter Bedeutung erweckt, der ganz gewiß nicht gerechtfertigt ist. Das Buch erweckt den Eindruck eines Handbuches der tierpathogenen Virusforschung. Es sei aber hervorgehoben, daß es K. M. Smith gelungen ist, eine ausgezeichnete, infolge des Raummangels allerdings etwas lehrbuchmäßige Einführung in die Problematik der „pflanzlichen" Viren zugeben, die die wichtigsten Gesichtspunkte klar herausarbeitet. Winter (Bonn).

Pfankuch, E.: Über Darstellung und Eigenschaften pflanzlicher Viren. — Mitt. aus der Biol. Reichsanstalt, Heft 59, 10—14, 1939.

Durch Kombination der chemischen mit Ammonsulfatfällung arbeitenden und der physikalischen auf Auszentrifugierung der hochmolekularen Virusproteine beruhenden Verfahren und Einführung einer Vorreinigung der rohen Tabaksäfte mit Chloroform ist eine sehr schnelle Reindarstellung von Viren möglich. — In den Lösungen des hochmolekularen Tabakmosaikvirus entstehen im Gegensatz zu den Lösungen der normalen, niedermolekularen Proteine bereits durch geringe Mengen von Ammonsulfat Trübungen. In virushaltigen Preßsäften wird daher durch Ammonsulfat (25% Sättigung) eine sehr deutliche Erhöhung der Trübung erreicht, während in den Preßsäften gesunder Pflanzen durch diese Salzkonzentration der Trübungsgrad kaum verändert wird. Auf diesem physikochemischen Wege läßt sich das Virus also direkt nachweisen. Der Trübungsanstieg bei Steigerung der Ammonsulfatkonzentration von 0,0% auf 25% Sättigung wird als Trübungsanteil in Prozenten des Trübungsanstiegs bei Erhöhung des Salzgehaltes von 0,0% auf 37,5% Sättigung angegeben. Da der Trübungsanteil anscheinend von der Konzentration des Virus unabhängig ist, gibt er ein Maß für die Qualität, nicht aber die Quantität des Virusproteins. Da das Tabakmosaikvirus und das Kartoffel-X-Virus auf steigende Salzkonzentrationen mit verschiedenen Trübungen reagieren, also unterschiedlich Trübungskurven ergeben, kann mit dieser Methode eine Differentialdiagnose für Virosen erreicht werden. Winter (Bonn).

Kausche, G. A., Pfankuch, E. und Ruska, H.: Die Sichtbarmachung von pflanzlichem Virus im Übermikroskop. — Die Naturwissenschaften, **27**, 292 bis 299, 1939.

Die bisherigen Untersuchungen über die Teilchengröße und das Molekulargewicht der kleinsten infektiösen Einheiten des Tabakmosaikvirus beruhen auf Bestimmungen der Diffusions- bzw. Sedimentationskonstanten oder viskosimetrischen und röntgenographischen Untersuchungen, die gewisse hypothetische Elemente und Fehlerquellen in sich schließen. Es wird daher versucht, durch direkte Beobachtung im Elektronenmikroskop hypothesenfreie Werte zu gewinnen. Allerdings müssen die Virusproteine infolge der

Eigenheiten des Übermikroskops als Trockengele untersucht werden. Doch scheint die Struktur der Moleküle durch den Trocknungsprozeß nicht grundsätzlich verändert zu werden. Sehr konzentrierte Lösungen des Tabakmosaiks und des Kartoffel-X-Virus ergeben infolge terminaler und lateraler Aggregation der fadenförmigen Molekeln Trockengele, in denen durch Aggregation gebildete Fasern eng miteinander verflochten sind. Verdünntere Lösungen des Tabakmosaikvirus führen dagegen zu Präparaten, in denen laterale Aggregationen fehlen, und isolierte Fasern gleichmäßiger Dicke (etwa 15 m μ) aber verschiedener Länge zu erkennen sind. Besonders häufig sind Teilchen mit einer Länge von 300 m μ, seltener treten solche mit 150 m μ auf. Die längeren Fäden sind zumeist vielfache von 300 m μ, seltener von 150 m μ. Ob nun die Fäden von 150 $\times$ 15 m μ oder 300 $\times$ 15 m μ die kleinsten infektiösen Partikel, also das Virusmolekül darstellen, bleibt vorläufig unentschieden. Eine Länge von 300 m μ kommt den mit Hilfe anderer Methoden gewonnenen Werten (450—720 m μ) nahe. Auch die Breite stimmt mit den auf anderen Wegen erhaltenen Resultaten (10,9—17,2 m μ) gut überein. Durch chemische Methoden gewonnenes oder durch Ultrazentrifugierung erhaltenes, dann aber mit Elektrolyten behandeltes Tabakmosaikvirus enthält bekanntlich zwei verschiedene Elementarteilchen, die sich durch die Sedimentationskonstante, d. h. ihr Molekulargewicht unterscheiden. Es wird vermutet, daß die Sedimentationskonstante 174 $\times$ 10^{-13} dem Molekül von 150 m μ und die Sedim.-Konst. von 202 $\times$ 10^{-13} dem Teilchen von 300 m μ Länge zuzuschreiben ist. Winter (Bonn).

Lauffer, M. A. and Stanley, W. M.: The physikal chemistry of tobacco mosaic virus protein. — Chemical Rev. **24,** 303—321, 1939.

Nach einleitender Aufzählung aller Momente, die für eine Identität des von Stanley isolierten Virusproteins mit dem „Erreger" des Tabakmosaiks sprechen, werden die physikochemischen Eigenschaften des Virusproteins zusammenfassend und rückblickend dargelegt. Strömungsansiotropie, Doppelbrechung im elektrischen Feld, Bildung flüssiger Kristalle und andere Erscheinungen sprechen dafür, daß die Virusmoleküle Stäbchenform besitzen. Messungen der Sedimentationskonstante führten zu der Feststellung, daß auf chemischem Wege gewonnenes Protein infolge Aggregation Teilchen verschiedener Größe, durch Ultrazentrifugierung gereinigtes Virus dagegen Moleküle einheitlicher — geringerer — Größe enthält. Messungen der Viskosität, der Sedimentations- und Diffusionskonstanten, der Ultrafiltrierbarkeit sowie röntgenographische und Adsorptionsuntersuchungen führten hinsichtlich der Molekülgröße und des Molekulargewichtes zu recht gut übereinstimmenden Resultaten. Danach liegt das Molekulargewicht zwischen 42,6 $\times$ 10^6 und 116,5 $\times$ 10^6, das Längenbreitenverhältnis zwischen 35 und 63, die Länge zwischen 430 und 725 m μ und die Breite zwischen 10,9 und 17,2 m μ. Das Absorptionsspektrum ähnelt dem anderer Proteine. Das Maximum der Absorption fällt mit der Wellenlänge zusammen, die das Virus am stärksten inaktiviert. Abschließend werden die von Lauffer entdeckten interessanten Zusammenhänge zwischen dem PH und der Viskosität bzw. Strömungsanisotropie diskutiert. Sie beruhen anscheinend auf Änderungen der terminalen und lateralen Aggregation der Moleküle bei Annäherung an den isoelektrischen Punkt. Winter (Bonn).

Ruska, H., Borries, B. von, Ruska, E.: Die Bedeutung der Übermikroskopie für die Virusforschung. — Arch. f. d. ges. Virusforschung. **1,** 155—169, 1939.

Die „Optik" und der Vorgang der Bildentstehung im Elektronenmikroskop werden geschildert. Aus der Eigenart seiner Wirkungsweise ergeben sich gewisse Anforderungen an das zu untersuchende Präparat. Elektronenstrahlen können nur sehr dünne Objektschichten durchstrahlen. Eine Analyse der Struktur kann daher nur bei sehr dünnen Objekten erreicht werden. Bei „dickeren" Gegenständen ist dagegen durch Herauslösen bestimmter Zellbestandteile durch chemische Mittel oder fermentativen Abbau eine Herstellung „durchsichtiger" Präparate anzustreben. Das Elektronenmikroskop gibt infolge stärkerer Streuung der Elektronen durch Objektpunkte großer Massendicke die Massenverteilung in den Objekten wieder. Da Unterschieden im lichtoptischen Brechungsindex oder der Lichtabsorption kein Unterschied in der Massendicke entsprechen muß, so ergibt sich eine weitere Schwierigkeit: eine lichtoptisch bekannte Struktur kann im elektronenoptischen Bild fehlen und umgekehrt. Doch eröffnet sich hiermit auch die Möglichkeit, lichtoptisch unsichtbare Strukturen zu erkennen. Es werden elektronenoptische Bilder vom Kartoffel-X-Virus und Tabakmosaikvirus gezeigt. Da die Virusproteine auf den Objektträgerfilm aus Zaponlack aufgetrocknet werden, ist im Interesse klarer Bilder eine vorherige Entfernung der Puffersubstanzen erforderlich. Winter (Bonn).

Köhler, E.: Über eine neue, im Gewächshaus angetroffene Viruskrankheit („Glanzkrankheit"). — Angewandte Bot. **20**, 373—380, 1939.

Es wird über eine neuartige Krankheit an Samsuntabak, *Datura stramonium*, und Kartoffeln berichtet. Wechselseitige Übertragung zwischen den verschiedenen Wirtspflanzen wurde nicht durchgeführt, so daß bisher nur aus der Ähnlichkeit des Krankheitsbildes und den Umständen des Auftretens auf die Identität der an verschiedenen Pflanzen beobachteten Erkrankungen geschlossen werden kann. Typisch für die den Symptomen nach anscheinend viröse Erkrankung ist nämlich an allen Pflanzen das glänzende Aussehen der Blattunterseiten. Hiervon abgesehen sind aber erhebliche Unterschiede im Krankheitsbild zu beobachten. Tabak zeigt herabhängende, etwas dunkelgrün verfärbte Blätter mit aufgebogenen Rändern und aufgerauhter Blattoberfläche. Bei älteren Exemplaren treten auch Rotbraunfärbungen an Stengeln und Blatträndern sowie Blattverbiegungen auf. Die Blätter von *Datura stramonium* sind runzlig, abwärtsgebogen und auch auf der Oberseite schwach glänzend. Bei Kartoffeln hängen die Symptome von der Sorte ab. „Präsident" läßt ähnlich wie bei der Blattrollkrankheit steilen, besenartigen Habitus und Einrollen der Fiedern erkennen (Chlorose und Rotfärbung der Fiederblättchen fehlen aber), das in vorgeschrittenen Stadien von Akro- oder Akropetalnekrosen abgelöst werden kann. Stengel und Blattstiele von „Erdgold" sowie Blätter und Stengel von „Stärkereiche" nehmen Bronzefärbung an. Erstgenannte Sorte zeigt auch Akronekrosen, während bei letzterer die äußerlich fast noch unversehrten Blätter an der Blattstielbasis herunterbrechen und am Stengel hängend vertrocknen. Die Krankheit läßt sich anscheinend nicht mechanisch, sondern nur durch Insekten (Aleurodiden) übertragen. Winter (Bonn).

Kausche, G.: Über Versuche zum Nachweis und zur Sichtbarmachung von pflanzlichem Virus. - Mitt. a. d. Biolog. Reichsanstalt, Heft 59, 15—23, 1939.

Preßsäfte aus viruskranken Tabak- und Kartoffelpflanzen enthalten nach Ammonsulfatfällung ein mit kolloidem Gold spezifisch reagierendes

Eiweiß, das in gesunden Pflanzen fehlt. Das Kartoffel-X-Virus aus Kartoffel- oder Tabakpreßsäften gibt in bestimmten Konzentrationsbereichen mit dem kolloiden Gold Rotflockung, bei niedrigen Viruskonzentrationen dagegen Blauflockung. Beim Tabakmosaikvirus tritt je nach dem pH Blau- oder Rotflockung ein. Diese Goldsolreaktion ist zum Nachweis latenter oder maskierter Viren brauchbar. Es gelingt die Färbung des mit Ammonsulfat gefällten Tabakmosaikvirus, also größerer, im Mikroskop sichtbarer Aggregate zahlreicher Virusmoleküle mit Viktoriablau und anderen Farbstoffen. Mit Hilfe des Elektronenmikroskops wurden in Gemeinschaft mit Pfankuch, von Borries und Ruska direkte Messungen der Form, Größe und des Molekulargewichtes des Tabakmosaikvirusmoleküls bzw. seiner Aggregate durchgeführt. Die auf indirektem Wege von anderen Autoren (Viskositätsmessungen, röntgenographische Untersuchungen usw.) erhaltenen Werte stimmen gut mit den so gewonnenen Größen überein. Das Virusmolekül des Tabakmosaiks ist danach 150 oder 300 mμ lang und 15 mμ breit. Das Molekulargewicht berechnet sich bei einem spezifischen Gewicht von 1,35 und unter der Annahme, daß die Moleküle sechseckige Stäbe sind, auf 24 bzw. 48 Millionen. Die Moleküle neigen zu terminaler und lateraler Aggregation, und zwar bestehen zwischen den Molekülen und lichtmikroskopisch sichtbaren Gebilden alle Übergänge. — Purdy-Beale konnte die in den Haarzellen von mosaikkrankem Tabak auftretenden kristalloiden hexagonalen Gebilde durch Zufuhr von Salzsäure in „Stanley-Nadeln" überführen, und sah sie als Ausscheidungsprodukte übersättigter Viruslösungen an. Kausche gelang es nun, in hochkonzentrierten Tabakmosaikviruslösungen in vitro die Entstehung der hexagonalen Kristalle unter dem Mikroskop zu beobachten.

Winter (Bonn).

Kaufmann, O.: Viruskrankheiten an Kruziferen. — Mitt. aus der Biol. Reichsanstalt, Heft 59, 65—72, 1939.

Die Krankheitssymptome der in Deutschland an Rübsen, Raps und Steckrüben auftauchenden Virose, die anscheinend mit keiner der bisher von Tompkins beschriebenen Kruziferenviren identisch ist, werden beschrieben. Die schwersten Schäden treten bei Steckrüben (Mindererträge an Kraut bis 75% an Rüben bis 50%,) und Rübsen auf. Bei Winterrübsen kann durch späte, bei Steckrüben durch frühe Saat der Prozentsatz kranker Pflanzen stark herabgesetzt werden. Da andererseits für Rübsen wegen der Auswinterungsgefahr zu späte und für Steckrüben mit Rücksicht auf die Schosserbildung zu frühe Saat unerwünscht ist, ist die Wahl des richtigen Aussaattermines im Seuchengebiet nicht einfach. Bemerkenswert sind die großen Unterschiede in der Sortenanfälligkeit bei Steckrüben. Die weißfleischigen Sorten sind im allgemeinen resistenter als die gelbfleischigen. Dementsprechend sind die „Heinkenborsteler", „Ostmärkische Weiße" und „Pommersche Kannen" relativ widerstandsfähig, während „Seefelder" und „Langholm Herning" sehr anfällig sind. Praktisch unanfällig ist allerdings auch die gelbfleischige „Vogesa". Besonders schwere Seuchen treten in Gebieten auf, wo man Raps oder Rübsen und Steckrüben gleichzeitig anbaut, oder Steckrübensamenbau betrieben wird, also das ganze Jahr hindurch hochanfällige Pflanzen vorhanden sind.

Winter (Bonn).

V. Tiere als Schaderreger.

B. Nematoden.

Kotthoff, P.: Die Stockkrankheit der Hortensien. Die kranke Pflanze **17**. 1—2, 2 Abb., 1940.

Der Verfasser stellte die bisher hauptsächlich aus Holland, Dänemark und der Schweiz bekanntgewordene, in Deutschland dagegen nur selten beobachtete Krankheit nunmehr auch in Westfalen fest. Offenbar hat dort eine Einschleppung stattgefunden. Die Krankheit äußert sich durch krautige Stengel, stark verdickte Blütenstiele, lückige Blütendolden, kleine Blüten und verkrüppelte Blätter. Versuche ergaben, daß die Älchen ohne weiteres auch Roggen anzugreifen vermögen, sich also noch keinesfalls spezialisiert haben. Als Gegenmaßnahmen werden empfohlen: Vernichten stark erkrankter Pflanzen, Desinfektion der Töpfe durch Eintauchen für kurze Zeit in kochendes Wasser, sowie Vorsicht beim Bezug von Jungpflanzen. Flachs (München).

D. Insekten und andere Gliedertiere.

Krawtzow, M.: Die Veränderungen der Kornqualität bei Beschädigungen durch *Hadena basilinea* Sch. und *Anisoplia austriaca* Nb. (Arbeiten des Müllereitechnikums Nowossibirsk.) — Sow.-Müllerei, Nr. 11, S. 22, 1936. (Russisch.)

Hadena basilinea Sch. und *Anisoplia austriaca* Nb. verursachen der Getreidewirtschaft der UdSSR. großen Schaden. Die chemisch-physikalischen Veränderungen im Korn beziehen sich vor allem auf das absolute Korngewicht und auf den Aschegehalt. Das absolute Korngewicht stellte sich bei Hartweizen für das nicht befallene Korn auf 37,7 g, für das von *Hadena basilinea* Sch. befallene (Befallstärke bis zu 6%) auf 28,8 g, bei Weichweizen entsprechend auf 28,4 bzw. 22,0 g; bei Roggen (Befallstärke bis zu 4%) auf 16,4 bzw. 14,8 g. Der Aschegehalt betrug bei der Weizensorte (*Lutescens* 0,62) für das nicht befallene Korn 1,80%, für das von *Hadena basilinea* Sch. befallene 1,98%, für das von *Anisoplia austriaca* Nb. befallene (Befallstärke bis zu 5%) 2,25%; bei Roggen (Landsorte) entsprechend 1,97—2,05—2,15% usw. Die meisten Beschädigungen durch *Anisoplia austriaca* Nb. betrafen die Rückenseite der Körner (beim Roggen 71%, beim Weizen 73—82% der Gesamtbeschädigungen). M. Gordienko (Berlin).

Frank, A.: Der Maikäferflug 1939 im Bienwald. Bericht über die Messungen des Meteorologischen Institutes der Forstlichen Versuchsanstalt in München während des Maikäferfluges 1939 im Bienwald. — Forstwiss. Centralbl. **61**, 581—589 (1939).

Die Messungen und Beobachtungen im Bienwald während des Maikäferfluges 1939 betreffen Luft- und Bodentemperaturen, Feuchtigkeit, Luftdruck, Sonnenscheindauer, Dauer und Stärke von Wind und Regen. Untersucht wird, welche Abhängigkeit zwischen den meteorologischen Tatsachen und dem Auskriechen der Käfer aus dem Boden, den Schwärmflügen, der Eiablage und den Fangergebnissen nach dem Sammelverfahren besteht, leider ohne Berücksichtigung der Befunde, die im Schrifttum bereits darüber niedergelegt sind. Gelegentlich wird deshalb von unrichtigen Voraussetzungen ausgegangen (z. B. S. 592). Das Schlüpfen aus dem Boden ist nicht allein temperaturbedingt (der Temperaturanstieg muß so weit fortgeschritten sein, daß die Minima 11—12° C in 15—24 cm Tiefe nicht mehr unterschreiten).

Insbesondere kann das abendliche Schlüpfen der Käfer (der Schwärmbeginn) nicht mit bestimmten Werten der Luft- oder Bodenwärme, Luftfeuchtigkeit oder Luftdruck in Verbindung gebracht werden. Dagegen besteht eine ausgesprochene Abhängigkeit vom tatsächlichen Sonnenuntergang. Das Schwärmen fand noch bei 8—9° C statt. Die Eiablage war an Tage mit hohen Wärmesummen gebunden (mittl. Temperaturen von 5—21 Uhr über 13° C). Größere Sammelausbeuten wurden nur bei hohen Temperaturen gemacht. — Die Methodik der Messungen wird im Hinblick auf zukünftige Untersuchungen beschrieben. Neu (Bonn).

Back, E. A.: Psocids in Dwellings. — J. econ. Ent. **32**, 419—423, 3 Ref., 1939.

In USA. treten sehr oft *Liposcelis divinatorius* (Müll.) und *Trogium pulsatorium* (L.) in Wohnhäusern, besonders in Neubauten der Großstädte, massenhaft auf, die rasch gebaut und schnell bezogen werden, ohne genügende vorhergehende Austrocknung. In Hohlräumen dieser Häuser bildet sich Schimmel, der den Staubläusen zur Nahrung dient. Daß sie in den Wohnungen durch Fraß Schaden stiften, ist nicht erwiesen. Ihre Bekämpfung, die von einer Austrocknung der Wohnung unterstützt werden muß, ist schwer und oft erfolglos. Weidner (Hamburg).

Reinmuth, E. und Kirchner, H.-A.: Schutz des Saatgetreides vor Kornkäferbefall durch Beizmittel. — Anz. Schädlingsk. **15**, 115—117, 3 Abb., 3 Ref., 1939.

Im Versuch erwiesen sich die Naßbeizmittel (Abavit Naßbeize „Schering", Germisan Naßbeize, Ceresan Naßbeize) und die Universaltrockenbeize Ceresan UT 1875 a als Schutz- und Abtötungsmittel für Kornkäfer praktisch wirkungslos. Die Trockenbeizmittel Abavit-Neu und Germisan haben aber alle Käfer abgetötet. Während Germisan bei bewegtem Getreide ungünstig auf die Triebkraft des Weizens gewirkt hat, hat sie Abavit-Neu von 93,25—97,0% bei ungebeiztem Getreide auf 96,5—97,75% erhöht. Weidner (Hamburg).

Steiner, P.: Ist verblautes Holz vor Hausbockbefall geschützt? (Hausbockuntersuchungen 4. Mitteilung). — Anz. Schädlingsk. **15**, 125—128, 5 Ref., 1939.

Es wurde experimentell festgestellt, daß der Hausbock keinen wesentlichen Unterschied zwischen verblautem und nicht verblautem Holz macht. Weidner (Hamburg).

E. Höhere Tiere.

Efimow, W. F.; Erfahrungen mit Schutzmaßnahmen in Obstgärten gegen Beschädigungen durch Nagetiere. — Obst- u. Gemüsebauwirtschaft, Nr. 1, S. 58, 1937. (Russisch.)

Als gutes Schutzmittel gegen Beschädigungen der Obstbäume durch Mäuse und Hasen hat sich das Umschließen der Stämme mit Eisenblechstreifen (30 : 20 cm) erwiesen. Gegen Hasen waren die mit Hilfe von Holzflügeln durch den Wind in Wirkung gesetzten Rasselgeräte von Erfolg begleitet. M. Gordienko (Berlin).

VIII. Pflanzenschutz.

Speyer, W.: Die Wirkung von Dinitroorthokresolen auf Fische. — Nachrichtenbl. f. d. deutsch. Pflschutzdienst. **19**, 43—44, 1939.

Verfasser prüfte 2 Dinitroorthokresolpräparate in verschiedenen Konzentrationen auf ihre Giftigkeit gegen Stichlinge. Die Versuchstiere (je 5 ♂

und 5 ♀) wurden in Glasschalen von 18 cm Durchmesser gehalten. Die beiden Präparate wirkten in 0,001 und selbst in 0,0003% iger Verdünnung innerhalb von 3 Stunden tödlich. Auch 0,00005% ige Verdünnungen waren noch schädlich. Charakteristische Reaktionen der Fische (wie z. B. bei Teerölen) fehlten. Dinitroorthokresole sind außerordentlich starke Fischgifte.

Daxer (Geisenheim).

Eßwein, A. und W. Schwartz: Untersuchung über die Wirkung des Kupfers auf die Mikroorganismen des Bodens und über die Aufnahme von Kupfer durch die höhere Pflanze. — Zentralbl. f. Bakt. II, **100**, 99—110, 1939, 2 Abbild.

Durch Pflanzenschutzmaßnahmen im Weinbau wird der Boden mit Kupfer angereichert. Auf einem 27 Jahre alten Rebgelände wurden je 10 g Erde 3285 γ Cu gegen 50,06 γ in gewöhnlicher Gartenerde gefunden. Nach der Tiefe zu nahm der Cu-Gehalt der Weinbergerde allmählich ab und betrug in 50 cm Tiefe noch 901 γ. Im Sickerversuch ließ sich die allmähliche Tiefenwanderung des Kupfers auch experimentell nachweisen. Dabei wurde festgestellt, daß bei Bordeauxbrühe ein größerer Teil des Cu in den oberen Bodenschichten festgehalten wird als beim Kupfersulfat. Durch Kupfergaben von 0,5 und 1,0 g Cu/qm Boden in Lösung erfolgte bei Azotobakter und heterotrophen Bakterien in den ersten Tagen ein deutlicher Rückgang, der aber bald wieder der normalen Keimzahl wich. Bei Algen trat dagegen erst nach 20 Tagen allmähliche Erholung ein. Die CO_2-Produktion des Bodens erfuhr nur bei Zugabe von Bordeauxbrühe eine kurze (chemisch bedingte) Hemmung. Versuche an Rebe und Kartoffel über Aufnahme und Wanderung des Cu bei höheren Pflanzen bestätigten die bekannten Tatsachen, daß das Cu von den Wurzeln wie auch von den Blättern aufgenommen wird und in der Pflanze auch innerhalb der oberirdischen Teile wandert. Auch hohe aufgenommene Cu-Mengen genügten bei der Kartoffel nicht zur Verhütung des Phytophthora-Befalles.

Rademacher (Hohenheim).

Mc Lean, R., Wolf, F. A., Darkis, F. R. and Gross, P. M.: Control of Downy Mildew of Tobacco by vapors of Benzol and of other organic substances. — Phytopathology **27**, 982—991, 3 Abb., 1937.

Es wird eine Methode zur Bekämpfung des falschen Mehltaus (*Peronospora tabacina* Adam) der Tabak-Jungpflanzen durch Benzolverdampfung beschrieben. Da Benzol, besonders in starker Konzentration, pflanzenschädigend wirkt, ist Zusatz von Schmieröl zu empfehlen, wodurch die Verdampfung des Benzols verlangsamt wird. Bei einem Mischungsverhältnis von einem Teil Benzol zu 5 Teilen Öl dauert die Verdampfung 12—14 Stunden. Die in Anzuchtbeeten stehenden Tabakpflänzchen werden dabei über Nacht mit einem dichten Stoff abgedeckt. Die Größe der Verdampfungspfannen soll ungefähr $^1/_{72}$ der Saatbeetfläche betragen.

Schultz (Berlin-Dahlem).

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart-S, Olgastr. 83. — Druck von Ungeheuer & Ulmer, Ludwigsburg.

Geschichte der deutschen Landwirtschaft

(bis zum Ausbruch des Weltkrieges 1914) unter besonderer Berücksichtigung der technischen Entwicklung der Landwirtschaft. Von Dr. Richard Krzymowski, em. ord. Professor an der Universität Breslau. Mit 43 Abbildungen. Preis in Leinen geb. *RM* 12.—.

Eine einzigartige Gesamtübersicht über die technische Entwicklung der Landwirtschaft von den Urzeiten an bis zur Neuzeit gewährt vorliegende Neuerscheinung. Sie muß jeden in der Landwirtschaft Tätigen ungemein fesseln, darüber hinaus aber — bei der allgemeinen Bedeutung unserer Landwirtschaft und bei dem engen Zusammenhang zwischen Landwirtschafts- und Kulturgeschichte — jeden geschichtlich Interessierten, kurzum: jeden Gebildeten überhaupt.

Deutsche Gartenkunst

Entwicklung, Form und Inhalt des deutschen Gartens. Von Dipl. Gartenbauinspektor Hans Hasler, Dozent für Gartenkunst an der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Geisenheim a. Rh. Mit 55 Abbildungen nach Zeichnungen und Lichtbildern. Preis in Leinen geb. *RM* 11.—.

Der Verfasser — langjähriger Mitarbeiter von Professor Willy Lange, dessen verdienstvolles Wirken in Wort und Tat so großen Einfluß auf die heutige deutsche Gartenentwicklung ausgeübt hat und vor kurzem anläßlich seines 75. Geburtstags von maßgebenden Seiten erneut warm gewürdigt wurde — hat sich die Aufgabe gestellt, die auf gartenkünstlerisch-gesetzmäßiger Grundlage beruhenden Forderungen herauszustellen und daraus die Folgerungen für eine deutsch-heimatliche Garten-, Park- und Landschaftsgestaltung zu ziehen.

Grundriß der Vererbungslehre für Gärtner*) Von Prof. Dr. C. F. Rudloff, Direktor der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a.Rh. und Dr. M. Schmidt, Abt.leiter am K.W.-Inst. für Züchtungsforschung, Müncheberg. Mit 33 Abb. Preis *RM* 2.60.

Kurzer Auszug aus der Inhaltsübersicht: A. Klärung der Grundbegriffe, B. Die Fortpflanzung der Lebewesen, C. Die nichterblichen Verschiedenheiten der Lebewesen, D. Die erblichen Verschiedenheiten der Lebewesen, I. Die Mendelschen Vererbungsregeln, II. Die Chromosomentheorie der Vererbung, E. Geschlecht und Vererbung. F. Das Wesen und die Entstehung der erblichen Verschiedenheiten, G. Die Sterilitätserscheinungen, H. Artbastarde, J. Anwendungsmöglichkeiten der Vererbungslehre bei Pflanze, Tier und Mensch.

Mathematische Methoden für Versuchsansteller auf den Gebieten der Naturwissenschaften, Landwirtschaft und Medizin. Von Dr. Walter-Ulrich Behrens, Berlin. Mit 14 graph. Darstellungen. Preis brosch. *RM* 8.—, geb. *RM* 9.—.

„. . . Das Buch stellt in großer Kürze das Wichtigste dessen zusammen, was der Versuchsansteller braucht, um den in seinen Versuchsergebnissen enthaltenen Erkenntnisgehalt mit wissenschaftlich exakten Methoden zu beurteilen und nutzbar zu machen. . . . Man dürfte nicht leicht eine Darstellung finden, die müheloser mitten in dieses an sich nicht leichte Gebiet hineinführt . . ."
„Angewandte Chemie".

Pflanzenpathologische Wandtafeln. Eine Sammlung kolorierter Tafeln für den Unterricht. Herausgegeben von Dr. Carl Freiherr von Tubeuf, o. ö. Professor an der Universität in München.

I. Serie (Format 80 × 100 cm): Tafel 1. **Die Mistel.** Tafel 2. **Die Fusicladien unserer Obstbäume.** Tafel 3. **Die Schuppenwurz.** Tafel 4. **Mehltaupilze.** Tafel 5 und 6. **Die Rostarten des Getreides.**

Preis jeder Tafel: Ausgabe auf Papier *M* 6.—, auf Papyrolin *M* 8.—. Preis jedes Textheftes *M* 1.—.

II. Serie (Format 80 × 120 cm): Tafel 7 und 8. **Die Brandkrankheiten des Getreides.**

Preis jeder Tafel: Ausgabe auf Papier *M* 7.50, auf Papyrolin *M* 10.—. Preis des Textheftes zu Tafel 7/8 zusammen *M* 2.—.

Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Am Beispiel thüringischer Wiesen bearbeitet von Prof. Dr. E. Klapp, Hohenheim, und Dr. A. Stählin, Jena. Mit 3 Kartenskizzen und 20 Abb. Preis *M* 6.90.

Die Landbauzonen im deutschen Lebensraum. Von Dr. agr. habil. W. Busch, Assistent des Instituts für landwirtschaftliche Betriebslehre Bonn. Mit 81 Abbildungen und 1 Farbtafel. Preis geb. *M* 11.—.

---

*) *Heft 1 der Schriftenreihe „Grundlagen und Fortschritte im Garten- und Weinbau"; Herausgeber Prof. Dr. Rudloff-Geisenheim. – Prospekt über die bereits vorlieg. Hefte 1–59 steht auf Wunsch z. Verfügung.*

Geisenheimer Mitteilungen für den Fortschritt im Obst- und Gartenbau.

Organ der Versuchs- und Forschungsanstalt Geisenheim a. Rh., zugleich Organ des Ringes der Garten- und Weinbauer im NS.-Altherrenbund der Deutschen Studenten und des Sachgebietes Gartenbau der Reichsstudentenführung. Herausgeber: Professor Dr. C. F. Rudloff, Direktor der Versuchs- und Forschungsanstalt Geisenheim a. Rh. und Dipl. Landwirt Herbert Groß, Reichsfachgruppenleiter Landwirtschaft der Reichsstudentenführung.

Jeden Monat erscheint 1 Heft zum Preis von RM —.35;
Bezugspreis jährlich (12 Hefte) . . . . . nur RM 3.60.

Wer die Schriftenreihe „Grundlagen und Fortschritte im Garten- und Weinbau" schätzen gelernt hat, wird gerne und mit großem Nutzen nach der gleichfalls von Professor Rudloff-Geisenheim betreuten, neugestalteten Zeitschrift „Geisenheimer Mitteilungen" greifen. Sie dient der Fortbildung des Gärtners, indem sie in knapper, klarer Sprache fortlaufend ihm die für seinen Beruf wichtigsten neuen Erkenntnisse der gartenbaulich orientierten Wissenschaft und Technik vermittelt. Probehefte versendet auf Wunsch kostenlos der Verlag.

Krankheiten und Parasiten der Zierpflanzen. Ein Bestimmungs- und Nachschlagebuch für Biologen, Pflanzenärzte, Gärtner und Gartenfreunde. Von Dr. Karl Flachs, Regierungsrat an der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in München. Mit 173 Abbild. In Leinen geb. *M* 15.—.

„. . . Man kann mit Fug und Recht behaupten, daß der Verfasser das Zurechtfinden in seinem, eine so reiche Stoffülle bewältigenden Lehrbuche auch dem Nichtpflanzenarzt so leicht gemacht hat, als das nur irgend möglich ist. So wird es für jeden geradezu eine Freude sein, das Buch benutzen zu können . . ." Prof. Dr. Baunacke in „Die kranke Pflanze", Dresden.

Atlas der Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Herausgegeben von Dr. O. von Kirchner, früher Professor an der landw. Hochschule Hohenheim.

Erste Serie: **Getreidearten.** 24 in feinstem Farbendruck ausgeführte Tafeln mit kurzem Text. 2. Auflage. Preis in Mappe *RM* 14.40.
Zweite Serie: **Hülsenfrüchte, Futtergräser und Futterkräuter.** 22 in feinstem Farbendruck ausgeführte Tafeln mit erläuterndem Text. 2. Auflage. Preis in Mappe *M* 14.40.
Dritte Serie: **Wurzelgewächse und Handelsgewächse.** 23 in feinstem Farbendruck ausgeführte Tafeln mit erläuterndem Text. 2. Auflage. Bearbeitet von Prof. Dr. Wilh. Lang, Vorstand der Württ. Landesanstalt für Pflanzenschutz in Hohenheim. Preis in Leinenmappe mit Text *M* 18.—.
Vierte Serie: **Gemüse- und Küchenpflanzen.** 14 in feinstem Farbendruck ausgeführte Tafeln mit erläuterndem Text. 2. Auflage. Bearbeitet von Prof. Dr. Wilh. Lang, Vorstand der Württ. Landesanstalt für Pflanzenschutz in Hohenheim. Preis in Leinenmappe mit Text *M* 10.80.
Fünfte Serie: **Obstbäume.** 30 in feinstem Farbendruck ausgeführte Tafeln mit Text. 2. Auflage. Preis in Mappe *M* 16.20.
Sechste Serie: **Weinstock und Beerenobst.** *Neue Auflage in Vorbereitung.*

Pflanzenschutz nach Monaten geordnet. Eine Anleitung für Landwirte, Gärtner, Obstbaumzüchter usw. Von Prof. Dr. L. Hiltner. 2. Auflage. Von Dr. E. Hiltner neu herausgegeben und gemeinsam mit Dr. K. Flachs und Dr. A. Pustet neu bearbeitet. Mit 185 Abbild. Preis geb. *M* 9.—.

Von Professor Dr. G. Lüstner, Geisenheim a. Rh., sind erschienen:

Die wichtigsten Feinde und Krankheiten der Obstbäume, Beerensträucher und des Strauch- und Schalenobstes. Ein Wegweiser für ihre Erkennung und Bekämpfung. 4. Auflage. Mit 191 Abbildungen. Geb. *M* 3.—.

Krankheiten und Feinde der Gemüsepflanzen. Ein Wegweiser für ihre Erkennung und Bekämpfung. 3. Auflage mit 88 Abbildungen. Geb. *M* 2.20.

Krankheiten und Feinde der Zierpflanzen im Garten, Park und Gewächshaus. Ein Wegweiser für ihre Erkennung und Bekämpfung. Mit 171 Abbildungen. Preis geb. *M* 5.80.

Die Obstbaumspritzung unter Berücksichtigung der Verbesserung des Gesundheitszustandes des Baumes und der Qualität der Früchte. Von Dr. E. L. Loewel, Leiter der Obstbauversuchsanstalt Jork, Bez. Hamburg. 3. neubearbeitete Auflage. Mit 24 Abbild. Pr. *RM* 1.50, ab 20 Stück je *RM* 1.35.

Schädlingsbekämpfung im Weinbau. Von Prof. Dr. F. Stellwaag, Vorstand des Instituts für Pflanzenkrankheiten, Geisenheim a. Rh. Mit 36 Abbild. *RM* 2.—, ab 20 Stück je *RM* 1.80.

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart-S, Olgastr. 83. – Druck von Ungeheuer & Ulmer in Ludwigsburg.
Verantwortlich für Anzeigen: Eugen Ulmer, Stuttgart. I. v. W. g.